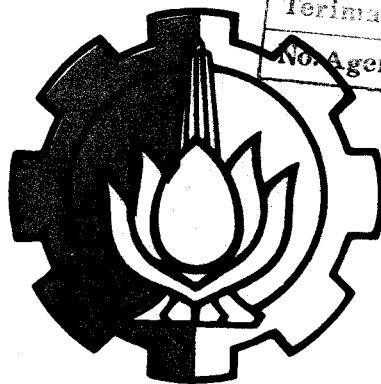


7129 / ITS / H / 96

PENDUGAAN FUNGSI PRODUKSI DAN FUNGSI PENAWARAN
GENTENG BETON NUSANTARA
DI PT. VARIA USAHA BETON
SIDOARJO

TUGAS AKHIR



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	13/4 1995
Terima Dari	H
No. Agenda Ftp.	5019

RSMi
519.56
Tho
P-1
1995

Oleh :

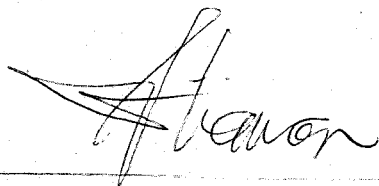
Thomas A L

Nrp : 1901500387

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
S U R A B A Y A
1995**

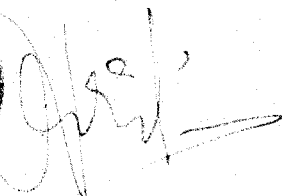
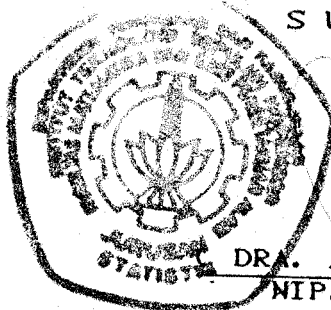
LEMBAR
PENGESAHAN

DISETUJUI OLEH :
PEMBIMBING



(IR. SETIAWAN MS.)
NIP 131 651 428

DIKETAHUI OLEH :
KETUA PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA



DR. A. TUTI RUMIATI)
NIP. 131 474 470

ABSTRAK

Persaingan di bidang perdagangan dan industri dewasa ini dirasakan semakin tajam. Untuk itu perlu kiranya P.T. VARIA USAHA BETON Sidoarjo meningkatkan produksinya baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang semakin meningkat sejalan dengan perubahan jaman. Dengan kualitas yang baik dan harga yang memadai, maka omset penjualannya terus mengalami kenaikan dari waktu ke waktu.

Salah satu produksi di P.T. VARIA USAHA BETON Sidoarjo adalah genteng beton nusantara yang relatif murah dan terjangkau oleh daya beli masyarakat. Sehingga produksi dan penawarannya akan mengalami peningkatan. Oleh sebab itu penelitian ini menduga fungsi produksi dan fungsi penawaran genteng beton jenis nusantara dengan melibatkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pada fungsi produksi digunakan model *Cobb-Douglas*, sedangkan fungsi penawaran menggunakan model *Linear*. Sedangkan metode pendugaannya digunakan Metode Kuadrat Terkecil (*Ordinary Least Square, OLS*). Hasil pendugaan kedua fungsi tersebut adalah :

Fungsi Produksi :

$$\hat{PROD} = 0,718205 BB^{0,711} TK^{0,279} M^{0,694}$$

Fungsi Penawaran :

$$\hat{PENW} = -146874 + 0,441 HGN + 6,36 HGW + 0,96 HAB$$

Terlihat bahwa produksi (\hat{PROD}) dipengaruhi oleh jumlah bahan baku (BB), jumlah tenaga kerja (TK) dan mesin (M). Sedangkan besarnya penawaran (\hat{PENW}) dipengaruhi oleh harga genteng beton nusantara itu sendiri (HGN), harga genteng wuwung (HGW) dan harga abu batu (HAB).

Dilihat dari elastisitas produksi ternyata penggunaan bahan baku (BB), tenaga kerja (TK) dan mesin (M) efisien (masuk dalam daerah *rational*). Penawaran kurang responsif terhadap perubahan harga genteng beton nusantara (HGN) dan harga abu batu (HAB), tetapi responsif terhadap adanya perubahan harga genteng wuwung (HGW). Hal ini bisa dilihat elastisitasnya masing-masing untuk HGN sebesar 0,741, HAB sebesar 0,187 dan HGW sebesar 1,488.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus yang telah memberi, menyertai serta karuniaNya, sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat kelulusan Program Studi Diploma III Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tanda ucapan terima kasih kami kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Soegimin selaku Dekan FMIPA ITS yang telah mengijinkan survey ke perusahaan,
2. Bapak Drs. Haryono, MSIE. selaku Ketua Jurusan Statistika yang telah memberi pengesahan,
3. Ibu Dra. A. Tuti Rumiati selaku Ketua Program Studi Diploma III Statistika yang telah memberi perhatian,
4. Ibu Dra. Sri Pingit Wulandari selaku Dosen Wali yang telah menyetujui,
5. Bapak Ir. Setiawan MS. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberi saran serta pembimbingan,
6. Seluruh karyawan pengajaran Statistika yang telah membantu banyak,

7. Bapak Paulus S. selaku Kabag Produksi BPC dan staf PT. VARIA USAHA BETON Sidoarjo yang telah membantu memperoleh data,
8. Kepada temanku yang selalu memberi dorongan (Dd dan Mg), meminjamkan buku (Nanis dan Rn) dan yang meluangkan waktu serta pikirannya (An, Ag, Ed, Hr, In dan lainnya), dan
9. Kepada Orangtuaku yang membantu terselesainya Tugas Akhir ini.

Semoga penyusunan Laporan ini bermanfaat. Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam penyusunannya, maka segala saran dan kritik sangat diharapkan demi kesempurnaan kami ucapkan terima kasih.

Sidoarjo, Februari 1995

penulis

Thomas A.L.
NRP. 1901500387

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR DAN TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fungsi Produksi	
2.1.1 Konsep dan definisi	5
2.1.2 Elastisitas Produksi	6
2.2 Fungsi Penawaran	
2.2.1 Konsep dan Definisi	7
2.2.2 Elastisitas Penawaran	8
2.3 Analisa Regresi	9
2.4 Metode Kuadrat Terkecil (OLS = Ordinary Least Square)	11
2.4.1 Metode Cochrane-Douglas	11

2.4.2	Kenormalan Residual	12
2.5	Regresi Linear Dengan Pendekatan Matriks	13
2.6	Regresi "Himpunan Bagian Terbaik" (Best Subset Regression)	14
2.7	Analisa Varians dan Pengujian Parameter Regresi	15
2.8	Koefisien Determinasi	17
2.9	Pengujian Asumsi Klasik	
2.9.1	Multikolinearitas	18
2.9.2	Heteroskedastisitas	20
2.9.3	Autokorelasi	21
BAB III BAHAN DAN METODOLOGI		
3.1	Pengumpulan Data	24
3.2	Pengolahan Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pendugaan Fungsi Produksi	
4.1.1	Analisa Regresi Model Linear dan Cobb-Douglas	27
4.1.2	Pengujian Parameter Regresi	34
4.1.3	Analisa Model	35
4.2	Pendugaan fungsi Penawaran	
4.2.1	Analisa Regresi dengan Metode OLS	37
4.2.2	Pengujian Parameter Regresi	41
4.2.3	Analisa Model	42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

45

5.2 Saran

46

DAFTAR PUSTAKA

47

LAMPIRAN

48

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 DATA ASLI FUNGSI PRODUKSI GENTENG BETON NUSANTARA BULANAN (JANUARI 1993 - OKTOBER 1994) DAN MEMERIKSA HUBUNGAN KEERATAN
- LAMPIRAN 2 MEMILIH MODEL TERBAIK
- LAMPIRAN 3 PERSAMAAN REGRESI OLS DAN MEMERIKSA MULTIKOLINEARITAS
- LAMPIRAN 4 MEMERIKSA AUTOKORELASI
- LAMPIRAN 5 MEMERIKSA HETEROSKEDASTISITAS
- LAMPIRAN 6 MEMERIKSA KENORMALAN RESIDUAL
- LAMPIRAN 7 DATA FUNGSI PRODUKSI DALAM \ln DAN MEMERIKSA HUBUNGAN LINEAR
- LAMPIRAN 8 MEMILIH MODEL COBB-DOUGLAS
- LAMPIRAN 9 PERSAMAAN REGRESI COBB-DOUGLAS DAN MEMERIKSA MULTIKOLINEARITAS
- LAMPIRAN 10 MEMERIKSA AUTOKORELASI
- LAMPIRAN 11 MEMERIKSA HETEROSKEDASTISITAS
- LAMPIRAN 12 MEMERIKSA KENORMALAN RESIDUAL
- LAMPIRAN 13 DATA ASLI FUNGSI PENAWARAN GENTENG BETON NUSANTARA BULANAN (JANUARI 1993 - OKTOBER 1994) DAN MEMERIKSA HUBUNGAN KEERATAN
- LAMPIRAN 14 MEMILIH MODEL TERBAIK
- LAMPIRAN 15 PERSAMAAN REGRESI OLS DAN MEMERIKSA MULTIKOLINEARITAS
- LAMPIRAN 16 MEMERIKSA AUTOKORELASI
- LAMPIRAN 17 MEMERIKSA HETEROSKEDASTISITAS
- LAMPIRAN 18 MEMERIKSA KENORMALAN RESIDUAL
- LAMPIRAN 19 ELASTISITAS FUNGSI PRODUKSI

LAMPIRAN 20 ELASTISITAS FUNGSI PENAWARAN

LAMPIRAN 21 TAHAP PRODUKSI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pertumbuhan perekonomian cukup pesat dewasa ini, memungkinkan untuk terus memacu dengan segala upaya agar kebutuhan kita dapat terpenuhi. Tantangan dan hambatan pembangunan dewasa ini menitikberatkan pada pengentasan kemiskinan. Oleh karena itu pemerintah menekankan terhadap peningkatan stabilitas nasional.

Salah satu unsur dari stabilitas nasional adalah di bidang ekonomi. Secara keseluruhan, perilaku yang dipelajari, difokuskan pada perilaku ekonomi, misalnya perilaku konsumsi, produksi, membeli suatu barang, keputusan bekerja dan sebagainya. Perilaku ekonomi manusia atau perusahaan sifatnya kompleks. Maksudnya terdapat banyak hal yang menjadi pertimbangan sebelum seseorang atau perusahaan memutuskan sesuatu.

Pertimbangan yang diambil oleh suatu perusahaan dalam meningkatkan produktivitas dapat dilihat dari cara menyeimbangkan kepentingan-kepentingan yang bertentangan dari orang-orang pemasaran, para akuntan manajemen, serikat pekerja dan bahkan para ahli lingkungan. Sehingga kegiatan

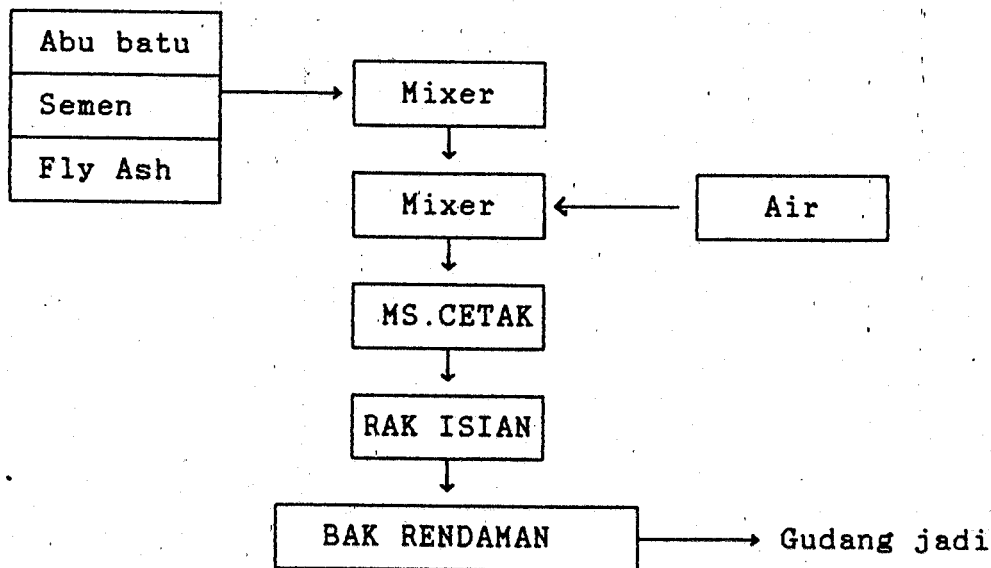
ini menghasilkan suatu perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang.

Titik tolak untuk menyusun suatu rencana produksi ialah membuat diagnosis tentang keadaan sekarang. Diagnosis ini disesuaikan dalam memenuhi selera masyarakat sebagai konsumen. Sebab masyarakat menginginkan kualitas dan kuantitas barang tersebut sesuai dengan seleranya.

Beban tersebut sangat terasa terutama pada perusahaan yang bergerak dibidang kebutuhan primer. Salah satu perusahaan yang bergerak untuk memenuhi kebutuhan primer adalah P.T. VARIA USAHA BETON Sidoarjo. Perusahaan ini memproduksi beton pra cetak yang menghasilkan beton dalam bentuk jadi, tetapi juga menerima pesanan lain sesuai keinginan konsumen. Proses ini dimulai dari bahan baku sampai menjadi bahan jadi, dan tidak ada proses pengembalian atau pengulangan sebelumnya. Tahapan proses produksinya disajikan pada Gambar 1.1.1.

Jenis produksi genteng yang dihasilkan adalah genteng abu-abu nusantara, genteng abu-abu royal, wuwung abu-abu nusantara, genteng nusantara warna, wuwung nusantara warna dan jenis lain yang memungkinkan sesuai penawaran pasar. Sedangkan bahan baku yang digunakan adalah abu batu, semen, fly ash.

Jenis genteng yang diproduksi secara kontinyu dalam bu-lanan dari januari 1993 - oktober 1994 adalah genteng beton nusantara, wuwung abu-abu nusantara.



Gambar 1.1.1 Proses Produksi Genteng Beton

1.2 Permasalahan

Dalam perusahaan tersebut kita ketahui faktor-faktor produksi dengan outputnya yaitu genteng beton jenis nusantara. Pada penelitian ini yang akan dibahas adalah "*bagaimana menduga fungsi produksi dan fungsi penawaran genteng beton nusantara*". Dengan mengadakan pendugaan terhadap dua fungsi tersebut diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menetapkan kebijaksanaan selanjutnya.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah :

1. Menduga fungsi produksi dan fungsi penawaran genteng beton nusantara produksi P.T. VARIA USAHA BETON Sidoarjo.
2. Mencari nilai elastisitas untuk masing-masing variabel fungsi produksi dan fungsi penawaran.

Penelitian ini dapat memberi manfaat yaitu :

1. Dapat mengetahui suatu teori ekonomi dalam menjelaskan perilaku nyata dari satuan-satuan ekonomi.
2. Dapat digunakan untuk meramal (forecasting) dalam kondisi ketidakpastian.
3. Sebagai bahan informasi pihak lain yang mempunyai hubungan dengan P.T. VARIA USAHA BETON Sidoarjo.

1.4. Batasan Penelitian

Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Sebagai obyek penelitian adalah genteng beton nusantara. Hal ini karena salah satu genteng yang diproduksi secara kontinyu dari bulan januari 1993 - oktober 1994. Dan genteng jenis inilah yang banyak dikonsumsi masyarakat Sidoarjo dan sekitarnya.

2. Perusahaan memproduksi jenis genteng ini berdasarkan atas penawaran perusahaan kepada konsumen.
3. Penelitian ini dikhususkan untuk menganalisis produksi dan penawaran genteng beton nusantara dalam bulanan jangka waktu mulai januari 1993 - oktober 1994.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fungsi Produksi

2.1.1 Konsep dan Definisi

Fungsi produksi adalah hubungan fisik antara input sumber daya dari perusahaan dan outputnya yang berupa barang dan jasa per unit waktu (Richard A.B., 1986). Fungsi ini menunjukkan kemungkinan produksi yang paling efisien dan tersedia bagi perusahaan.

Hubungan antara input dan output ini dapat diformulasikan oleh sebuah fungsi produksi, yang dalam bentuk matematis dapat ditulis:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots) \dots\dots\dots (2.1.1.1)$$

Y = output yang dihasilkan selama suatu periode tertentu

X₁ = kapital (modal)

X₂ = tenaga kerja

X₃ = material (bahan baku)

Tanda titik-titik menunjukkan kemungkinan digunakannya input yang lain. Hubungan tersebut secara lebih formal diterangkan oleh suatu fungsi produksi yang menghubungkan output fisik dengan tingkat-tingkat fisik input.

Bentuk persamaan suatu fungsi produksi selain berbentuk persamaan model linear biasa terdapat pula suatu persamaan model *Cobb-Douglas*. Model *Cobb-Douglas* ini sering digunakan pada pendugaan fungsi produksi pada industri, karena memudahkan interpretasi ekonominya.

2.1.2 Elastisitas Produksi

Elastisitas produksi adalah suatu ukuran kepekaan yang menyatakan berapa jauh perubahan barang yang diproduksi sebagai akibat adanya perubahan input atau prosen penambahan output sebagai akibat penambahan input sebesar satu prosen (Walter, 1991). Secara matematis elastisitas produksi dapat dituliskan :

$$E_p = \frac{\partial Y}{\partial X} \cdot \frac{X}{Y} \dots\dots\dots (2.1.2.1)$$

dimana : E_p = Elastisitas produksi

Y = Nilai output

X = Nilai input

∂Y = Perubahan jumlah output

∂X = Perubahan jumlah input

Nilai E_p ini tergantung dari model fungsi produksinya. Biasanya berbeda untuk skala produksi yang berbeda. Untuk fungsi *Cobb-Douglas* akan diperoleh nilai E_p yang konstan, sedangkan jika pada fungsi *Linear* biasa nilai E_p

yang didapat tidak konstan. Nilai E_p pada kondisi "rasional" berkisar antara $0 < E_p < 1$. Jika $E_p > 1$ berarti perlu ada penambahan untuk sejumlah produk yang diproduksi dan sebaliknya jika $E_p < 0$, maka perlu adanya pengurangan sejumlah produk dalam proses produksi (lihat TAHAP PRODUKSI, lampiran 21).

2.2 Fungsi Penawaran

2.2.1 Konsep dan Definisi

Skedul atau kurva penawaran dari suatu barang menunjukkan sebagai kuantitas barang tersebut yang akan dijual dipasar oleh seorang atau perusahaan selama periode waktu tertentu pada berbagai macam kemungkinan harga, *ceteris paribus*. Kurva penawaran itu adalah tempat titik-titik yang menunjukkan jumlah-jumlah maksimum yang ditawarkan di pasar. Semua kuantitas di atas kurva itu mungkin, sedang semua kuantitas di bawah kurva itu tidak mungkin, dengan asumsi bahwa kurva itu miring positif (Catur S., 1994).

Digunakan istilah *ceteris paribus*, yang menganggap bahwa faktor lain tetap konstan. Dalam menentukan kondisi inisektor penawaran adalah sektor biaya, sehingga dengan demikian kondisi penawaran harus menggambarkan faktor-faktor biaya. Adakalanya harga ditentukan terlebih dahulu, dan barulah kemudian masyarakat menentukan penawaran. Arti penawaran adalah suatu daftar yang menunjukkan jumlah

barang itu yang ditawarkan untuk dijual pada berbagai tingkat harga dalam suatu pasar pada suatu waktu tertentu. Jumlah barang yang ditawarkan (Q) adalah tergantung pada atau merupakan fungsi daripada harga (p) : $Q = f(p)$ atau $Q = f(P_a, P_b, P_c, \dots, \bar{s}, \bar{F}, \bar{X}, \bar{T})$. Dan bar (garis diatas huruf) di sini berarti bahwa variabel dianggap tetap atau konstan, yaitu s = penawaran dari masukan input, F = keadaan alam, X = pajak atau subsidi atau kedua-duanya dan T = teknologi. Jadi $Q = f(P_a, P_b, P_c)$ adalah *ceteris paribus*.

2.2.2 Elastisitas Penawaran

Kurva penawaran adalah metode untuk membandingkan perubahan harga dan pengaruh perubahan ini terhadap jumlah yang ditawarkan. Metode semacam ini terdapat pada pengertian elastisitas (elasticity). Jadi koefisien elastisitas harga penawaran didefinisikan sebagai persentasi perubahan harga dimana jumlah yang ditawarkan dibagi dengan persentasi perubahan harga atau

$$E_p = \frac{\partial Y}{\partial X} \cdot \frac{X}{Y} \dots\dots\dots (2.2.2.1)$$

dimana : E_p = Elastisitas penawaran

Y = Nilai output

X = Nilai input

ΔY = Perubahan jumlah output

ΔX = Perubahan jumlah input

Nilai E_p ini bervariasi yaitu :

1. $E_p > 1$ artinya kurva penawaran elastis.
2. $E_p = 1$ artinya kurva penawaran berelastisitas satu.
3. $E_p < 1$ artinya kurva penawaran inelastis.
4. $E_p = \infty$ artinya kurva penawaran elastis sempurna.
5. $E_p = 0$ artinya kurva penawaran inelastis sempurna.

2.3 Analisa Regresi

Analisa regresi adalah suatu metode statistika yang memanfaatkan hubungan kuantitatif dua variabel, sehingga variabel yang satu dapat diramalkan oleh variabel lainnya. Hubungan ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots \dots (2.3.1)$$

dimana : Y = Variabel tak bebas (yang dijelaskan)

X = Variabel bebas (yang menjelaskan)

ϵ = Kesalahan pengganggu (residual)

β_0 = Intersep, yaitu titik potong antara garis regresi dengan sumbu tegak Y , dengan kata lain nilai rata-rata Y jika variabel bebas X sama dengan nol.

β_1 = Slope, garis regresi yang merupakan ukuran perubahan absolut dalam Y (nilai yang diha-

rapkan atau rata-rata untuk suatu perubahan relatif atau proporsional tertentu dalam X.

β_0, β_1 = Adalah parameter regresi yang besarnya dapat ditaksir berdasarkan data yang ada.

Selain model regresi linier sederhana terdapat pula model regresi linear berganda yaitu yang mempunyai lebih dari satu variabel bebas, misalkan k variabel bebas. Secara umum dapat ditulis :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \epsilon_i$$

dimana :

$i = 1, 2, \dots, n$ dan $k < n$, ϵ_i = kesalahan pengganggu.

Penerapan model regresi linear berganda ini harus memenuhi asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. ϵ_i berdistribusi normal dengan mean = 0 dan varians = σ^2 atau $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$.
2. $\text{Kov.}(\epsilon_i, \epsilon_j) = E(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0$ untuk $i \neq j$, artinya tidak ada korelasi antar kesalahan pengganggu yang satu dengan kesalahan pengganggu yang lainnya.
3. $\text{Kov.}(\epsilon_i, X_{2i}) = \text{Kov.}(\epsilon_i, X_{3i}) = \dots = \text{Kov.}(\epsilon_i, X_{ni}) = 0$, artinya tidak ada korelasi antara kesalahan pengganggu dengan variabel bebas yang tercakup dalam persamaan regresi Linear berganda.
4. Tidak ada multikolinearitas, berarti tidak ada hubungan linear yang eksak antara variabel-variabel bebas X.
5. Variabel X diukur tanpa salah atau bukan variabel acak.

2.4 Metode Kuadrat Terkecil (OLS = Ordinary Least Square)

Untuk menduga suatu persamaan dapat digunakan Metode Kuadrat Terkecil (Least Square Method) yaitu dengan jalan meminimumkan jumlah kuadrat simpangan Y terhadap $E(Y)$.

Jumlah kuadrat simpangan tersebut adalah:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - E(Y_i))^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_k X_{ki}))^2$$

Dengan demikian nilai-nilai dugaan parameter yang diperoleh diharapkan mendekati sebenarnya, ini berlaku untuk regresi sederhana dan regresi ganda.

Metode ini sesuai jika diterapkan pada persamaan tunggal yang nilai dugaan parameternya diperoleh untuk memenuhi sifat-sifat *Best Linier Unbiased Estimator (BLUE)* antara lain :

1. Linear : fungsi linear dari variabel random seperti variabel tak bebas Y dalam model regresi.
2. Efisien : tak bias dan varians minimum.

2.4.1 Model Cobb-Douglas

Fungsi produksi umumnya diasumsikan homogen. Bentuknya adalah : $Q = \alpha_0 X_1^{\alpha_1} X_2^{\alpha_2} e^{\epsilon}$. Dimana derajat homogenitas adalah $\alpha_1 + \alpha_2 = v$. Bila $v > 1$ menunjukkan hasil balik yang meningkat, dan bila $v < 1$ menunjukkan hasil balik yang menurun.

Persamaan diatas dapat dinyatakan dalam bentuk logaritma sebagai :

$$\ln Q = \alpha_0 + \alpha_1 \ln X_1 + \alpha_2 \ln X_2 + \varepsilon \dots\dots\dots (2.4.1.1)$$

dimana Q = output (hasil), X_1 = masukan variabel pertama, X_2 = masukan variabel kedua, dan $\alpha_0 = \ln \alpha_0$.

2.4.2 Kenormalan Residual

Kenormalan Residual dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari model berdistribusi normal $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$. Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan:

- a. Tentukan residual ε_i dari persamaan regresi.
- b. Sortir ε_i dari urutan yang terkecil sampai terbesar, kemudian hitung prosentase kumulatif P_i yang sesuai dengan ε_i , yaitu :

$$P_i = ((i - 0,5) / n) \times 100\%$$

dimana : i = naik dari residual

n = banyaknya pengamatan

- c. Hitung quartil normal standart q_i , dimana:

$$Pr (Z \leq q_i) = \int_{-\infty}^{q_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz = P_i \dots\dots\dots (2.4.2.1)$$

- d. Buat plot antara ε_i yang telah ditaksir dengan q_i . Tentukan korelasi ρ_{hitung} dari ε_i yang telah disortir dengan

$$\rho_{hitung} = \frac{\sum q_i e_i}{\sqrt{\sum q_i^2 \sum e_i^2}}$$

Kemudian dibandingkan dengan ρ_{tabel} yang diambil dari tabel QQ-plot, dimana n adalah banyaknya pengamatan. Jika $\rho_{hitung} > \rho_{tabel}$ data berdistribusi normal.

2.5 Regresi Linear Dengan Pendekatan Matriks

Penggunaan matriks dalam model regresi *Linear* membuat penulisan simbol-simbol yang digunakan dalam regresi *Linear* menjadi lebih ringkas, sehingga lebih efisien. Untuk mendapatkan taksiran *OLS* dari β , maka kita mula-mula menuliskan regresi sampel k variabel, sebagai berikut :

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \dots + \beta_k X_{1k} + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{21} + \dots + \beta_k X_{2k} + \varepsilon_2$$

.

.

.

$$Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{n1} + \dots + \beta_k X_{nk} + \varepsilon_n$$

sehingga dapat dituliskan dalam notasi matrik menjadi :

$$\underline{Y} = \underline{X} \underline{\beta} + \underline{\varepsilon} \dots \dots \dots (2.5.1)$$

dimana : \underline{Y} = vektor kolom $n \times 1$ komponen

\underline{X} = matriks berukuran $n \times (k+1)$

$\underline{\beta}$ = vektor kolom dengan $k+1$ komponen

$\underline{\varepsilon}$ = vektor kolom dengan $n \times 1$ komponen

k = banyaknya variabel bebas

n = banyaknya pengamatan

Dari persamaan diatas (2.5.1) didapatkan :

$$\underline{e} = \underline{Y} - X \underline{\beta}$$

Maka jumlah kuadrat residualnya menjadi :

$$\begin{aligned}\Sigma e_i^2 = \underline{e}'\underline{e} &= (\underline{Y} - X\underline{\beta})'(\underline{Y} - X\underline{\beta}) \\ &= \underline{Y}'\underline{Y} - \underline{\beta}'X'\underline{Y} - \underline{Y}'X\underline{\beta} + \underline{\beta}'X'X\underline{\beta} \\ &= \underline{Y}'\underline{Y} - 2\underline{\beta}'X'\underline{Y} + \underline{\beta}'X'X\underline{\beta}\end{aligned}$$

Prinsip metode kuadrat terkecil adalah meminimumkan jumlah kuadrat residualnya dengan jalan menurunkan $\underline{e}'\underline{e}$ hadap $\underline{\beta}$ secara parsial, sehingga diperoleh :

$$\frac{\partial(\underline{e}'\underline{e})}{\partial \underline{\beta}} = -2X'\underline{Y} + 2X'X\underline{\beta} = 0$$

$$\underline{b} = (X'X)^{-1} X'\underline{Y} \dots\dots\dots(2.5.2)$$

2.6 Regresi "Himpunan Bagian Terbaik" (Best Subset Regression)

G.M. Furnival dan R.W. Wilson dalam "*Regression by leaps dan bounds*", yang menghitung sebagian dari semua kemungkinan regresi dalam menentukan himpunan bagian "K terbaik". Tiga kriteria dapat digunakan untuk menentukan himpunan bagian "K terbaik" (Draper, Smith, 1992), yaitu :

1. Nilai R^2 maksimum.
2. Nilai R^2 terkoreksi maksimum ($R^2_{adjusted} = R^2$ setelah dibagi dengan derajat bebasnya).

3. Statistik Cp Mallows (Cp).

Nilai Cp rendah atau sama dengan p. ($Cp = p$), sebab

$RSS = (n - p) s^2$, sehingga $Cp = RSS / s^2 - (n - 2p)$. Dimana $RSS = \text{Residual Sum of Square}$, $n = \text{banyaknya pengamatan}$, $p = \text{banyaknya parameter termasuk } \beta_0$, dan $s^2 = \text{jumlah kuadrat tengah (MSE)}$.

2.7 Analisa Varians dan Pengujian Parameter Regresi

Dalam pengujian parameter regresi digunakan teknik yang disebut Analisa Varians (ANOVA). ANOVA ini digunakan untuk menguji ketepatan garis regresi yang diduga. ANOVA ini merupakan dekomposisi Jumlah Kuadrat Total yang terkorrelasi atas Jumlah Kuadrat regresi dan Jumlah Kuadrat Residual yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \text{JUMLAH KUADRAT} \\ \text{TOTAL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{JUMLAH KUADRAT} \\ \text{REGRESI} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{JUMLAH KUADRAT} \\ \text{RESIDUAL} \end{bmatrix}$$

Secara matriks dekomposisi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$(\underline{Y}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2) = (\underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2) + (\underline{Y}'\underline{Y} - \underline{b}'\underline{X}'\underline{Y})$$

Dengan derajat bebas masing-masing sebesar $(n-1)$, (k) , $(n-k-1)$.

Tabel 2.6.1 dapat digunakan untuk menguji secara serentak apakah koefisien-koefisien yang ada dalam model nyata atau tidak, yaitu dengan menguji F, yang hipotesisnya

$H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$ (tak ada pengaruh)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0$ (ada pengaruh)

untuk $j = 1, 2, \dots, k$

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan F_{tabel} . Dengan membandingkan antara F_{hitung} dengan F_{tabel} dengan derajat bebas $v_1 = k$ dan $v_2 = n - k - 1$ serta tingkat signifikansi α , maka kaidah pengambilan keputusannya sebagai berikut. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak yang berarti variabel independen secara bersama-sama mempengaruhi variabel dependen. Untuk selanjutnya perlu dilakukan pengujian secara individu atau parsial, untuk melihat signifikansi dari pengaruh variabel independen secara individu terhadap variabel dependen, dengan menganggap variabel independen lainnya konstan.

Hipotesanya : $H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$

Statistik uji yang digunakan :

$$t = \frac{b_j}{S(b_j)}, \text{ dengan } t_{(n-k-1, \alpha/2)}$$

dimana :

b_j : koefisien regresi variabel independen ke- j

$S(b_j)$: simpangan baku dari b_j

Tahap selanjutnya $t_{hitung} > t_{(n-k-1, \alpha/2)}$ maka kriteria

ujinya adalah hipotesa nol ditolak, yang berarti variabel bebas yang berpengaruh secara nyata terhadap variabel dependen.

$$\begin{aligned}
 F_{hitung} &= \frac{\text{Rata-rata Kuadrat Regresi}}{\text{Rata-rata Kuadrat Residual}} \\
 &= \frac{(\underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2) / k}{(\underline{Y}'\underline{Y} - \underline{b}'\underline{X}'\underline{Y}) / (n-k-1)} \\
 \text{atau} &= \frac{R^2 / (k-1)}{(1 - R^2) / (n-k)}
 \end{aligned}$$

dimana : R^2 = koefisien determinasi

k = jumlah variabel independen

n = jumlah sampel

Tabel 2.6.1. ANALYSIS OF VARIANS

Sumber Variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Rata-rata kuadrat	F_{hitung}
Regresi	k	$\underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2$	$\frac{\underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2}{k}$	RK_{reg}
Residual	$n-k-1$	$\underline{Y}'\underline{Y} - \underline{b}'\underline{X}'\underline{Y}$	$\frac{\underline{Y}'\underline{Y} - \underline{b}'\underline{X}'\underline{Y}}{n-k-1}$	RK_{res}
Total	$n-1$	$\underline{Y}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2$		

2.8 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) merupakan besaran yang menyatakan seberapa baik garis regresi terhadap sekumpulan data. Dapat dikatakan bahwa semakin besar nilai R^2 semakin baik pula taksiran yang didapatkan. R^2 diperoleh dengan rumus :

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{\text{Jumlah kuadrat regresi}}{\text{Jumlah kuadrat total}} \times 100\% \\ &= \frac{\underline{b}'\underline{X}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2}{\underline{Y}'\underline{Y} - n\bar{Y}^2} \times 100\% \\ &= (1 - (RSS / TSS)) / 100\% \end{aligned}$$

Setelah dibagi dengan df (*degrees of freedom*) menjadi

$$\bar{R}^2 = (1 - (RSS / (n-k-1))) / (TSS / (n-1))$$

dimana : $RSS = \text{Residual sum of square}$

$TSS = \text{Total sum of square}$

2.9 Pengujian Asumsi Klasik

Pengujian asumsi yang dimaksudkan disini meliputi : multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi.

2.9.1 Multikolinearitas

Salah satu asumsi regresi *Linear* klasik ialah bahwa takada kolinearitas ganda diantara variabel bebas X . Dalam interpretasi secara luas kolinearitas ganda menunjuk-

kan suatu situasi dimana terjadi hubungan *Linear* yang eksak. Konsekuensi daripada kolinearitas ganda adalah apabila ada kolinearitas sempurna (*perfect collinearity*) diantara variabel bebas X , koefisien regresi parsial dari masing-masing variabel bebas *tidak menentu* (*indeterminate*) dan *standar errornya tak terbatas* (*infinite*).

Walaupun tak ada suatu cara tepat untuk mengetahui atau mendeteksi kolinearitas, akan tetapi ada beberapa indikator yang perlu untuk mendeteksinya, yaitu :

- a. Apabila R^2 tinggi, dan tak satupun dari koefisien regresi parsial yang signifikan kalau dipergunakan kriteria uji t (t -test kriteria).
- b. Didalam model yang mencakup dua variabel bebas, untuk mengetahui adanya kolinearitas ganda, kita hitung koefisien regresi sederhana atau order satu antara dua variabel tersebut, kalau nilai koefisien korelasi regresi ini tinggi berarti memang ada kolinearitas ganda.
- c. Untuk dua variabel atau lebih, koefisien korelasi sederhana atau order nol dapat menyesatkan (*misleading*) sebab mungkin bisa terjadi mempunyai koefisien korelasi sederhana yang rendah akan tetapi masih diperoleh kolinearitas ganda yang tinggi. Maka perlu meneliti koefisien korelasi parsial.
- d. Apabila R^2 tinggi akan tetapi koefisien korelasi rendah adanya kolinearitas ganda merupakan suatu kemungkinan

yang besar, akan tetapi kalau R^2 tinggi dan koefisien korelasi parsial juga tinggi, adanya kolinearitas ganda mungkin susah diketahui, tidak segera bisa dideteksi.

e. Dengan menggunakan Variance Inflation Factor (VIF).

Andaikan kita mempunyai variabel : Y, X_1, X_2, X_3 kemudian dibuat menjadi :

$X_1 = f(X_2, X_3)$ dilihat koefisien determinasinya (R^2)

$X_2 = f(X_1, X_3)$ dilihat koefisien determinasinya (R^2)

$X_3 = f(X_2, X_1)$ dilihat koefisien determinasinya (R^2)

Jika variabel bebas X banyak, maka dapat digunakan :

- Tolerance (TOL) = $1 - R^2$

- VIF = $1/\text{TOL} = 1/(1 - R^2)$

Jika $\text{VIF} \geq 10$, berarti ada kasus multikolinearitas.

2.9.2 Heteroskedastisitas

Salah satu asumsi klasik adalah varians ϵ_i konstan ($\text{Var}(\epsilon_i) = \sigma^2$). Jika asumsi ini tak terpenuhi berarti terjadi heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas tidak merusak sifat ketidakbiasan dan konsisten yang merupakan sifat dari pemerkiraan *OLS*. Namun taksiran parameter itu menjadi tidak efisien atau variansnya tidak minimum, sehingga sifat taksiran yang diharapkan BLUE tidak lagi terpenuhi.

Salah satu cara mendeteksi adanya kasus heteroskedastisitas adalah dengan Uji *Glejser* yaitu dengan meregresikan nilai absolut dari residual ($|e_i|$) terhadap variabel bebasnya. Selanjutnya dapat diketahui nilai probabilitas t_{hitung} tiap variabel bebasnya, jika ada yang lebih kecil ($<$) dari tingkat signifikansi (α), maka model tersebut terdapat kasus heteroskedastisitas.

Untuk menyelesaikan kasus tersebut dapat digunakan metode WLS (Weighted Least Square) untuk σ_i^2 diketahui dan dengan transformasi pada σ_i^2 tidak diketahui.

2.9.3 Autokorelasi

Autokorelasi dapat didefinisikan sebagai korelasi linear antara anggota serangkaian observasi yang diurutkan menurut waktu atau ruang. Apabila hubungan atau ketergantungan ada, maka didapat adanya autokorelasi yang dituliskan sebagai : $Kov.(e_i, e_j) = E(e_i, e_j) \neq 0$, dimana $i \neq j$.

* Cara Mendeteksi Autokorelasi

1. Dengan melihat koefisien dari autokorelasinya dari koefisien autokorelasinya, untuk lag 1, 2, 3, ..., k dan dapat dicari dengan rumus :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

koefisien korelasi dari data random mempunyai distribusi sampling yang mendekati kurva normal dengan nilai tengah nol dan kesalahan standar $\pm 2/\sqrt{n}$. Oleh sebab itu koefisien autokorelasi dari sampel harus terletak didalam daerah batas signifikan. Dengan demikian suatu deret data dapat disimpulkan bahwa tidak mengandung kasus autokorelasi apabila koefisien autokorelasi yang dihitung berada didalam batas tersebut.

2. Dengan uji Durbin-Watson (d)

Statistik uji d (Dw) adalah :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

$$= \frac{\sum_{t=2}^n e_t^2 - \sum_{t=2}^n e_{t-1}^2 - 2 \sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

dimana :

d = rasio dari jumlah kuadrat perbedaan dalam residual yang berturut-turut dalam RSS.

$d_l = d_{\text{lower}}$

$d_u = d_{\text{upper}}$ (Gujarati D., 1991)

Karena $\sum_{t=2}^n e_t^2$ dan $\sum_{t=2}^n e_{t-1}^2$ hanya terpaut satu observasi, maka nilainya dapat dianggap sama. Dengan membuat $\sum_{t=2}^n e_t^2 = \sum_{t=2}^n e_{t-1}^2$, maka persamaan diatas dapat ditulis menjadi :

$$d = 2 \left[1 - \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \right] = 2(1 - \rho)$$

dengan uji hipotesa :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

dan pengambilan keputusannya :

$d < d_l$: tolak H_0 , ada autokorelasi

$d > 4 - d_l$: Tolak H_0 , tidak dapat diambil kesimpulan

$d_u < d < 4 - d_u$: Terima H_0 , tidak ada autokorelasi

$d_l \leq d \leq d_u$: Tidak dapat diambil kesimpulan

$4 - d_u \leq d \leq 4 - d_l$: Tolak H_0 , ada autokorelasi negatif

BAB III

BAHAN DAN METODOLOGI

3.1 Pengumpulan Data

Data yang dipergunakan adalah data bulanan yaitu data pengamatan terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi produksi dan penawaran genteng beton nusantara pada P.T. VARIA USAHA BETON Sidoarjo mulai januari 1993-oktober 1994. Data sekunder ini diperoleh pada P.T. VARIA USAHA BETON di Sidoarjo mengenai variabel-variabel yang mempengaruhi produksi dan penawaran pada bagian produksi dan logistik.

Variabel-variabel tersebut adalah jumlah produksi genteng beton nusantara (biji) sebagai variabel dependen dan jumlah bahan baku (kg), jumlah tenaga kerja (orang), jumlah mesin (biji) sebagai variabel independen pada fungsi produksi. Pada fungsi penawarannya adalah jumlah genteng beton nusantara (rupiah/m³), rata-rata harga genteng wuwung nusantara (rupiah/m³), rata-rata harga abu batu (rupiah/ton), rata-rata harga fly ash (rupiah/ton) sebagai variabel independen. Setelah diperoleh data maka dilakukan pengolahan data.

3.2 Pengolahan Data

Pengolahan data seluruhnya dengan menggunakan paket komputer minitab dengan metode *Metode Kuadrat Terkecil* (*Ordinary Least Square = OLS*). Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil tentang fungsi produksi dan penawaran genteng beton nusantara. Maka perlu dilakukan dua buah pendekatan yaitu : tinjauan ekonomi dan tinjauan secara statistika, yang meliputi pengujian terhadap asumsi-asumsi yang diperlukan.

Pada tahap awal, meregresikan semua variabel independennya terhadap variabel dependen. Untuk fungsi produksi menggunakan model *Linear* dan *Cobb-Douglas*, sedangkan fungsi penawaran dengan model *Linear*. Untuk mendapatkan model yang terbaik digunakan metode "*Best Subsets Regression*" (*Himpunan Bagian Terbaik*). Kemudian mengadakan penelusuran asumsi yang harus dipenuhi dalam metode *OLS*. Dengan tujuan memeriksa asumsi klasik dan BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Jika ada pelanggaran asumsi, maka diadakan penanganan sampai diperoleh fungsi yang sesuai tujuan pertama (segi statistik). Lalu segi ekonominya melakukan perhitungan nilai elastisitas (hanya model linear).

Adapun model yang diharapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Fungsi produksi :

$$\hat{PR\acute{O}D} = \alpha_0 BB^{\alpha_1} TK^{\alpha_2} M^{\alpha_3} e^{\epsilon_1}$$

Fungsi penawaran :

$$\hat{PENW} = \beta_0 + \beta_1 HGN + \beta_2 HGW + \beta_3 HAB + \beta_4 HFA + \beta_5 HS + \epsilon_2$$

di mana :

$\hat{PR\acute{O}D}$ = Jumlah produksi genteng beton nusantara (biji).

BB = Jumlah bahan baku (kg).

TK = Jumlah tenaga kerja (orang).

M = Jumlah mesin (biji).

\hat{PENW} = Jumlah genteng beton nusantara yang ditawarkan (biji).

HGN = Rata-rata harga genteng beton nusantara (rupiah/m³)

HGW = Rata-rata harga genteng wuwung nusantara (rupiah/m³)

HAB = Rata-rata harga abu batu (rupiah/ton).

HFA = Rata-rata harga fly ash (rupiah/ton).

HS = Rata-rata harga semen (rupiah/sak).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendugaan Fungsi Produksi

4.1.1 Analisa Regresi Model Linear dan Cobb-Douglas

Untuk mendapatkan model *Linear* fungsi produksi digunakan metode regresi "*Himpunan Bagian Terbaik*" (*BEST SUBSET REGRESSION*). Kriteria yang digunakan adalah R^2 tertinggi, nilai C_p rendah yang kira-kira sama dengan p (banyaknya parameter termasuk β_0), dan varians yang minimum. Kriteria pada ini (Lampiran 2) dibandingkan dengan model *Linear* fungsi produksi genteng beton nusantara lainnya. Sehingga diperoleh suatu fungsi produksi tersebut :

$$\text{PROD} = - 68941 + 0,1183 \text{ BB} + 919 \text{ TK} + 5766 \text{ M}$$

Persamaan ini diperoleh dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*ordinary least square*), yang berarti produksi genteng beton nusantara dipengaruhi oleh 0,1183 kali jumlah *bahan baku* ditambah 919 kali jumlah *tenaga kerja* ditambah 5766 kali jumlah *mesin* dan dikurangi konstanta sebesar 68941 (lampiran 3).

Dari hasil itu juga diperoleh nilai uji statistik Durbin-Watson sebesar 2,17 ($d=2,17$). Nilai ini digunakan untuk melihat apakah pada fungsi produksi terdapat kasus

autokorelasi. Uji hipotesa yang digunakan adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

dimana ρ = koefisien autokorelasi. Dari hasil olahan komputer (lampiran 4), diperoleh nilai $d = 2,17$, sedangkan nilai d -tabel untuk $k = 3$ dan $n = 22$ dengan $\alpha = 0,05$ adalah $d_l = 1,05$ dan $d_u = 1,66$. Karena $d > d_l$, maka ada alasan untuk menerima H_0 , yang berarti pada fungsi produksi tidak terdapat kasus autokorelasi.

Selain dengan uji hipotesa Durbin-Watson ada tidaknya kasus autokorelasi ini dapat ditunjukkan dengan plot ACF (*Autocorrelation Function*) dari residualnya. Pada Lampiran 4 terlihat bahwa batas signifikan ($\pm 0,426$) tidak terdapat satupun nilai autokorelasi yang keluar dari batas tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pada persamaan tersebut tidak terdapat kasus autokorelasi.

Pada model fungsi Produksi diatas juga memberikan korelasi yang cukup tinggi antar variabel independennya, tetapi tidak lebih tinggi korelasi antara variabel dependen dengan variabel independennya. Meskipun ada korelasi yang cukup tinggi antara bahan baku dengan mesin ($r = 0,861$). Tetapi Nilai VIF-nya dibawah 10. Hal ini menandakan tidak adanya kasus multikolinearitas.

Untuk menguji adanya kasus heteroskedastisitas, digunakan uji *Glejser*, dengan hipotesa :

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma^2$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Dengan meregresikan absolut dari ϵ_i terhadap X yang diperkirakan mempunyai hubungan yang erat dengan σ_i^2 . Dengan tingkat kepercayaan 5%, terlihat nilai probabilitas t_{hitung} variabel bebas lebih besar ($>$), sehingga kasus heteroskedastisitas dalam residual tidak terpenuhi (lampiran 5).

Dari hasil pendugaan model diatas, dapat disimpulkan bahwa pendugaan produksi terbaik dalam model *OLS* adalah diperoleh nilai R^2 yang besar dan nilai varians yang minimum jika dibandingkan dengan model lainnya. Nilai R^2 sebesar 97 % berarti 97 % informasi yang ada pada data dapat diterangkan oleh model. Dengan R^2 sebesar itu telah memadai atau dapat dikatakan model sangat baik. Sedangkan deviasi standar dari intersep, dan variabel bebasnya telah mencapai nilai yang lebih kecil jika dibandingkan dengan model *Linear* lainnya. Untuk varians sebesar 5102,1 pada model diatas mempunyai nilai yang paling minimum diantara model *Linear* lainnya (lampiran 2). Juga ditunjukkan oleh nilai $C_p = 4$, yang mempunyai nilai mendekati dengan banyaknya variabel independen yang digunakan.

Untuk memeriksa apakah residual dari fungsi produksi model *Linear* berdistribusi normal, maka dibuat plot antara residual dengan q_i (normal skor dari residual) dapat dilihat pada Lampiran 4. Dari gambar tersebut diperoleh titik-titik yang mendekati garis lurus (garis kenormalan). Sehingga dapat dikatakan bahwa distribusi data pada fungsi produksi dengan model *Linear* (*OLS*) mempunyai kecenderungan normal. Dari Lampiran 6 diperoleh nilai korelasi antara residual dengan normal skor sebesar 0,983 ($\rho_{hitung} = 0,983$), dan dengan $n = 22$, $\alpha = 5\%$ nilai korelasi pada tabel koefisien korelasi diperoleh sebesar 0,9532 ($\rho_{tabel} = 0,9532$), terlihat bahwa $\rho_{hitung} > \rho_{tabel}$ maka residual fungsi produksi model *Linear* berdistribusi normal.

Metode *Best Subset Regression* yang digunakan untuk mendapatkan model *Cobb-Douglas* terbaik adalah (Tabel 4.1.1.1) :

Tabel 4.1.1.1 Beberapa model pendugaan model *Cobb-Douglas*

Vars	R-sq	R-sg(adj)	C-p	s	C1	C2	C3
1	96,2	96,0	17,2	0,054659	X		
1	81,3	80,4	154,6	0,121000			X
2	97,3	97,0	9,2	0,047402	X		X
2	96,7	96,4	14,2	0,051913	X	X	
3	98,0	97,7	4,0	0,041194	X	X	X

keterangan : X = variabel bebas

Diperoleh R^2 yang tinggi ($R^2 = 98\%$), nilai C_p sama dengan p ($C_p = p = 4$) dan varians sebesar 0,041194 minimum dibandingkan model yang lainnya pada tabel 4.1.1.1. Model *Cobb-Douglas* fungsi produksinya diperoleh :

$$\hat{PR\acute{O}D} = 0,718205 BB^{0,711} TK^{0,279} M^{0,694}$$

Dari hasil itu juga diperoleh nilai uji statistik Durbin-Watson sebesar 2,19 ($d=2,19$) (lampiran 10). Nilai ini digunakan untuk melihat apakah pada fungsi produksi terdapat kasus autokorelasi. Uji hipotesa yang digunakan adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

dimana ρ = koefisien autokorelasi. Diperoleh $d = 2,19$, sedangkan nilai d -tabel untuk $k = 3$, $n = 22$ dengan $\alpha = 0,05$ adalah $d_l = 1,05$ dan $d_u = 1,66$. Karena $d > d_l$, maka terima H_0 , yang berarti pada fungsi produksi tidak terdapat kasus autokorelasi. Dengan plot ACF (*Autocorrelation Function*) dari residualnya. Pada Lampiran 10 terlihat bahwa batas signifikan ($\pm 0,426$) tidak terdapat satupun nilai autokorelasi yang keluar dari batas tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pada persamaan tersebut tidak terdapat kasus autokorelasi.

Pada model fungsi Produksi diatas juga memberikan korelasi yang cukup tinggi antar variabel independennya, tetapi tidak lebih tinggi korelasi antara variabel dependen dengan variabel independennya. Meskipun ada korelasi yang cukup tinggi antara bahan baku dengan mesin ($r = 0,866$). Tetapi nilai VIF-nya dibawah 10. Hali ini menandakan tidak adanya kasus multikolinieritas.

Untuk menguji adanya kasus heteroskedastisitas, dilakukan uji *Glejser*, dengan hipotesa :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Dengan meregresikan absolut dari ϵ_i terhadap X yang diperkirakan mempunyai hubungan yang erat dengan σ_i^2 . Dengan tingkat kepercayaan 5%, terlihat nilai probabilitas $t_{hi-tung}$ variabel bebas lebih besar ($>$), sehingga kasus heteroskedastisitas dalam residual tidak terpenuhi (lampiran 11).

Dari hasil pendugaan model diatas, dapat disimpulkan bahwa pendugaan produksi terbaik dalam model *Cobb-Douglas* adalah diperoleh nilai R^2 yang besar dan nilai jumlah kuadrat tengah yang minimum jika dibandingkan dengan model lainnya. Nilai R^2 sebesar 98% berarti sebesar 98% informasi yang ada pada data dapat diterangkan oleh model.

Untuk varians sebesar 0,041194 pada model diatas mempunyai nilai yang paling minimum diantara model *Cobb-Douglas* lainnya. Nilai $C_p = 4$, yang mempunyai nilai mendekati dengan banyaknya variabel independen yang digunakan. Hasil pendugaan fungsi produksi model *Cobb-Douglas* dan model *Linear* disajikan pada tabel 4.1.1.2.

Dapat disimpulkan lagi bahwa pendugaan fungsi produksi yang terbaik dalam menentukan model terbaik adalah model *Cobb-Douglas*. R^2 pada model *Cobb-Douglas* lebih besar dari pada model *Linear*.

Untuk memeriksa apakah residual dari fungsi produksi model *Cobb-Douglas* berdistribusi normal, maka dibuat plot residual dengan q_i (normal skor dari residual) lampiran 12.

Dari gambar tersebut diperoleh titik-titik yang mendekati garis lurus (garis kenormalan). Sehingga dapat dikatakan bahwa distribusi data pada fungsi produksi dengan model *Cobb-Douglas* mempunyai kecenderungan normal. Diperoleh nilai korelasi antara residual dengan normal skor sebesar 0,989 ($\rho_{hitung} = 0,989$), dan dengan $n = 22$, $\alpha = 5\%$ nilai korelasi pada tabel koefisien korelasi diperoleh sebesar 0,9532 ($\rho_{tabel} = 0,9532$), terlihat bahwa $\rho_{hitung} > \rho_{tabel}$ maka residual fungsi produksi model *Cobb-Douglas* berdistribusi normal.

Tabel 4.1.1.2 Hasil Pendugaan Fungsi Produksi

Variabel	Model Linear	Model Cobb-Douglas
Intersep	- 68941 (19785)	- 0,3314 (0,6145)
BB	0,18280 (0,02954)	0,71112 (0,08937)
TK	919,4 (383,7)	0,2788 (0,1042)
M	5766 (2122)	0,6944 (0,1990)
F	193,84	301,39
R ²	97 %	98 %

4.1.2 Pengujian Parameter Regresi

Setelah didapatkan model *Cobb-Douglas* sebagai model terbaik untuk fungsi produksi, maka dilakukan secara serentak terhadap koefisien regresinya, apakah ada pengaruh antar variabel bebas terhadap variabel tak bebasnya. Hipotesis yang digunakan adalah :

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \alpha_j \neq 0 \quad j = 1, 2, 3.$$

Hasilnya dapat dilihat pada lampiran 9. Sedangkan nilai

$$F_{\text{tabel}} = F_{(k;n-k-1);\alpha} = F_{(3;18;0,05)} = 3,16, \text{ karena } F_{\text{hitung}}$$

> F_{tabel} , yaitu $301,39 > 3,16$, maka H_0 ditolak. Berarti ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel tak bebas pada fungsi produksi.

Langkah selanjutnya uji parsial terhadap masing-masing koefisien regresi. Hipotesis yang dipakai adalah :

$$H_0 : \alpha_j = 0$$

$$H_1 : \alpha_j \neq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

Hasilnya dapat dilihat pada lampiran 9. Sedangkan nilai $t_{tabel} = t_{(n-k-1)\alpha/2} = t_{(18)0.025} = 2,101$, karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak untuk semua variabel. Berarti ada pengaruh antara bahan baku, tenaga kerja, dan mesin terhadap produksi genteng beton jenis nusantara.

4.1.3 Analisa Model

Dari persamaan diperoleh bahwa produksi dipengaruhi oleh jumlah bahan baku genteng (BB), jumlah tenaga kerja (TK) dan jumlah mesin (M).

Bahan baku genteng mempunyai koefisien yang bertanda positif. Hal ini sesuai dengan hukum fungsi produksi genteng, bahwa jika jumlah bahan baku naik, maka jumlah genteng yang diproduksi juga naik. Hal ini terjadi karena jumlah produksi genteng sangat tergantung pada jumlah bahan baku (abu batu, semen, fly ash), yang tersedia. Elastisitas variabel bahan baku genteng sebesar 0,711 berarti, bahwa jika jumlah bahan baku genteng yang naik sebesar 100%, maka jumlah genteng yang diproduksi akan naik sebesar 71,1 %. Dengan nilai elastisitas diantara $0 < E_p < 1$

termasuk pada daerah "*Rasional*" (lampiran 21), artinya terdapat kepekaan antara penggunaan bahan baku terhadap produksi genteng beton nusantara yang dihasilkan. Semakin besar jumlah genteng yang digunakan, semakin banyak pula bahan baku yang diproduksi.

Tenaga kerja (TK) mempunyai koefisien yang bertanda positif. Hal ini sesuai dengan hukum fungsi produksi, bahwa jika jumlah tenaga kerja bertambah, jumlah genteng yang diproduksi juga bertambah. Hal ini terjadi karena jumlah produksi genteng sangat tergantung pada jumlah operator yang mengoperasikan proses produksinya. Elastisitas variabel tenaga kerja adalah 0,279 berarti bahwa jika jumlah tenaga kerja naik 100 % maka jumlah genteng yang diproduksi akan naik sebesar 27,9 % . Dengan nilai elastisitas $0 < E_p < 1$ termasuk pada daerah "*Rasional*" (lampiran 21), artinya ada kepekaan antara penggunaan tenaga kerja yang ada terhadap jumlah genteng yang diproduksi. Sehingga perusahaan tidak perlu mengadakan penambahan tenaga kerja agar hasil produksi tetap terpenuhi.

Jumlah mesin (M) mempunyai koefisien yang bertanda positif. Hal ini sesuai dengan hukum fungsi produksi, bahwa jika jumlah mesin bertambah, maka jumlah genteng yang diproduksi juga bertambah. Hal ini terjadi karena jumlah seluruh mesin yang ada dapat dipakai seluruhnya.

Oleh sebab itu tidak perlu adanya pengurangan atau pergantian mesin yang ada. Elastisitas variabel jumlah mesin adalah 0,694, berarti bahwa jika jumlah mesin naik 100%, maka jumlah genteng yang diproduksi naik sebesar 69,4 %. Dengan nilai elastisitas $0 < E_p < 1$ termasuk pada daerah "Rasional" (lampiran 21), artinya adanya kepekaan antara jumlah mesin yang ada terhadap jumlah genteng yang diproduksi. Semakin besar jumlah mesin yang digunakan, semakin bertambah jumlah genteng yang diproduksi. Hal ini terjadi karena jumlah mesin yang digunakan sesuai jika dibandingkan jumlah genteng yang dihasilkan.

4.2 Pendugaan Fungsi Penawaran

4.2.1 Analisa Regresi Dengan Metode OLS

Untuk mendapatkan model *Linear* fungsi penawaran digunakan metode regresi "Himpunan Bagian Terbaik" (*BEST SUBSET REGRESSION*). Model *Linear* fungsi penawaran genteng beton nusantara tersebut :

$$\hat{PENW} = -146874 + 0,441 HGN + 6,36 HGW + 0,960 HAB$$

yang mempunyai arti bahwa genteng beton yang ditawarkan dipengaruhi oleh 0,441 kali harga genteng nusantara ditambah 6,36 kali harga genteng wuwung ditambah 0,96 kali harga abu batu dan dikurangi konstanta sebesar 146874.

Nilai R^2 mempunyai nilai tertinggi, nilai Cp Mallow yang rendah sama dengan jumlah variabel independen yang digunakan. Nilai-nilai di atas dapat dilihat dengan membandingkan model Linear yang lainnya pada Lampiran 14.

Persamaan tersebut diperoleh dengan menerapkan metode OLS. Dari hasil itu juga diperoleh nilai uji statistik Durbin-Watson sebesar 2,18 ($d = 2,18$). Nilai ini digunakan untuk melihat apakah fungsi penawaran terdapat kasus autokorelasi. Uji hipotesa yang digunakan adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

dimana ρ = koefisien autokorelasi. Dari hasil olahan komputer (lampiran 16), diperoleh nilai $d = 2,18$, sedangkan nilai d -tabel untuk $k = 3$ dan $n = 22$ dengan $\alpha = 0,05$ adalah $d_l = 1,05$ dan $d_u = 1,66$. Karena $d > d_l$, maka ada alasan untuk menerima H_0 , yang berarti pada fungsi penawaran tidak terdapat kasus autokorelasi.

Dapat juga dilihat pada plot ACF (Autocorrelation Function) dari residualnya. Pada batas signifikan ($\pm 0,426$) tidak satupun nilai autokorelasi yang keluar dari batas itu. Menunjukkan bahwa pada persamaan tersebut tidak terdapat kasus autokorelasi.

Persamaan fungsi penawaran diatas juga memberikan korelasi yang cukup tinggi antar variabel independennya, tetapi tidak lebih tinggi korelasi antara variabel dependen dengan variabel independennya. Nilai VIF-nya dibawah 10. Dan test statistik dengan distribusi-t (t-test) memperoleh nilai yang signifikan semua, dan R^2 sebesar 97 %. Hal ini menandakan tidak adanya kasus multikolinearitas.

Untuk membuktikan ada tidaknya kasus heteroskedastisitas, digunakan uji *Glejser* (lampiran 17), dengan hipotesa :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Dengan meregresikan absolut dari ε_i terhadap X yang diperkirakan mempunyai hubungan yang erat dengan σ_i^2 . Dengan tingkat kepercayaan 5%, terlihat nilai probabilitas t_{hi} -tung variabel bebas lebih besar ($>$), sehingga kasus heteroskedastisitas dalam residual tidak terpenuhi. Untuk memeriksa apakah residual dari fungsi penawaran model *Linear* berdistribusi normal, maka dibuat plot antara residual dengan q_i (normal skor dari residual). Dari Lampiran 18 diperoleh titik-titik yang mendekati garis lurus (garis ke-normalan). Sehingga dapat dikatakan bahwa distribusi data pada fungsi penawaran dengan model *Linear* kecenderungan normal. Hasil perhitungan diperoleh nilai korelasi antara

residual dengan normal skor sebesar 0,991 ($\rho_{hitung} = 0,991$), dan dengan $n = 22$, $\alpha = 5\%$ nilai korelasi pada tabel koefisien korelasi diperoleh sebesar 0,9532 ($\rho_{tabel} = 0,9532$) terlihat bahwa $\rho_{hitung} > \rho_{tabel}$ maka hipotesis diterima, artinya dengan $\alpha = 5\%$ residual fungsi penawaran model *Linear* berdistribusi normal.

Pada model tersebut diperoleh nilai R^2 yang paling besar lainnya dan nilai varians yang minimum jika dibandingkan dengan model lainnya. Nilai R^2 sebesar 95,2 % berarti 95,2 % informasi yang ada pada data dapat diterangkan oleh model. Sedangkan deviasi standar dari intersep, dan variabel bebasnya telah mencapai nilai yang minimum jika dibandingkan dengan deviasi standar model *Linear* lainnya. Untuk varians sebesar 6109,8 pada model diatas mempunyai nilai yang paling minimum jika dibandingkan model *Linear* lainnya (tabel 4.2.1.1). Nilai Cp Mallow ($Cp = 3,2$) pada model fungsi penawaran ini mempunyai nilai paling rendah atau mendekati variabel independennya.

Penambahan variabel seperti pada tabel diatas ini tidak merubah nilai R^2 menjadi lebih besar, seperti penambahan variabel harga semen (HS). Harga R^2 tidak berubah dan nilai Cp Mallows menjadi lebih besar dari jumlah variabel independennya. Sedangkan nilai varians menjadi lebih besar dari 6109,8 ($6109,8 < 6255,0$). Pada tabel 4.2.1.2

Tabel 4.2.1.1 Beberapa model pendugaan fungsi Penawaran

Vars	R-sq	R-sg(adj)	C-p	s	C1	C2	C3	C4
1	85,5	84,6	33,3	10016		X		
1	79,6	78,6	54,3	11895	X			
2	93,7	93,1	6,2	6757,1	X	X		
2	90,0	89,0	19,3	8527,1		X	X	
3	95,2	94,3	3,2	6109,8	X	X	X	
3	93,7	92,7	8,2	6939,9	X	X		X
4	95,2	94,1	5,0	6255,0	X	X	X	X

diperlihatkan perbandingan model *Linear* dengan tiga variabel independen dengan empat variabel independen. Terlihat bahwa tiga variabel mempunyai deviasi standar yang minimum dibanding empat variabel. Dan variabel harga semen tidak dimasukkan pada model *Linear* empat variabel karena tidak signifikan meskipun dengan uji F signifikan.

4.2.2 Pengujian Parameter Regresi

Setelah didapatkan model terbaik untuk fungsi penawaran maka dilakukan secara serentak terhadap koefisien regresinya, apakah benar-benar ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel tak bebasnya. Hipotesis yang digunakan :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

Hasilnya pada lampiran 15. Sedangkan nilai $F_{\text{tabel}} = F_{(k; -$

Tabel 4.2.1.2 Hasil Pendugaan Fungsi Penawaran

Variabel	Model OLS 3 Variabel	Model OLS 4 Variabel
Intersep	- 146874 (14608)	- 0,169393 (56051)
HGB	0,4408 (0,1011)	0,4292 (0,1072)
HGW	6,3623 (0,8395)	6,4271 (0,8794)
HAB	0,9596 (0,4192)	0,9830 (0,4329)
HS		4,73 (11,34)
F	117,27	84,28
R ²	95,2%	95,2%

$n-k-1; \alpha = F_{(3;18;0,05)} = 3,16$, karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $117,27 > 3,16$, maka H_0 ditolak. Berarti ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel tak bebas pada fungsi penawaran.

Langkah selanjutnya uji parsial terhadap masing-masing koefisien regresi. Hipotesis yang dipakai adalah :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

Hasilnya dapat dilihat pada lampiran 13. Sedangkan nilai $t_{tabel} = t_{(n-k-1)\alpha/2} = t_{(18)0,025} = 2,101$, karena $|t_{hitung}| > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak untuk semua variabel. Berarti ada pengaruh antara harga genteng beton nusantara,

harga genteng wuwung dan harga abu batu terhadap produksi genteng beton.

4.2.3 Analisa Model

Dalam fungsi penawaran, jumlah barang yang ditawarkan ditunjukkan oleh jumlah genteng yang ditawarkan oleh perusahaan. Harga genteng nusantara mempunyai koefisien yang bertanda positif. Hal ini sesuai dengan hukum fungsi penawaran yaitu jika harga genteng beton nusantara naik, maka jumlah genteng beton nusantara yang diproduksi juga mengalami kenaikan. Variabel harga genteng beton nusantara (HGN) mempunyai koefisien sebesar 0,441, artinya jika harga naik sebesar Rp 10000/m³ maka jumlah genteng beton nusantara yang diproduksi akan mengalami kenaikan sebesar 4410 biji. Besar elastisitas harga genteng beton nusantara 0,741 (lampiran 20). Nilai elastisitas ini ($0 < E_p < 1$) lebih kecil dari satu, yang berarti perubahan penawaran harga tidak peka terhadap perubahan harga (*inelastic*).

Harga genteng beton wuwung (HGW) mempunyai koefisien yang bertanda positif, sebagai barang komplementer (pelengkap). Hal ini sesuai dengan hukum penawaran. Dimana dengan naiknya harga genteng beton wuwung, maka jumlah genteng beton nusantara yang diproduksi akan meningkat.

Variabel genteng beton wuwung mempunyai koefisien sebesar 6,36, artinya bahwa dengan naiknya harga genteng beton wuwung sebesar Rp 10000/m³ maka jumlah genteng beton nusantara yang diproduksi akan naik sebesar 63600 biji. Sedangkan besar elastisitas harga genteng beton wuwung sebesar 1,488 (lampiran 20). Artinya dengan perubahan harga genteng wuwung akan merubah jumlah genteng beton nusantara yang ditawarkan dengan perubahan yang banyak atau genteng beton wuwung mempunyai tingkat pelengkap yang tinggi terhadap genteng beton nusantara.

Harga abu batu (HAB) bertanda positif. Hal ini tidak sesuai dengan hukum penawaran. Bahwa jika harga abu batu naik, maka jumlah genteng beton nusantara yang diproduksi akan naik. Hal ini disebabkan karena harga abu batu relatif murah dan lebih banyak dipakai. Abu batu dipakai sebagai campuran genteng beton nusantara dengan semen dan fly ash. Sehingga jika mengalami kenaikan, perusahaan akan memproduksi lebih banyak dari sebelumnya. Koefisien abu batu sebesar 0,960, artinya bila harga abu batu naik sebesar Rp 10000/ton maka produksi genteng beton nusantara akan naik sebesar 9600 biji, juga sebaliknya. Elastisitas harga abu batu sebesar 0,187 (lampiran 20), artinya fungsi penawaran genteng beton nusantara kurang responsif dengan adanya perubahan harga abu batu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

S.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa kedua metode pendugaan tersebut maka diperoleh fungsi produksi dengan model *Cobb-Douglas* dan fungsi penawaran dengan model *Linear (OLS)*.

Fungsi Produksi :

$$\hat{PR\acute{O}D} = 0,718205 BB^{0,711} TK^{0,279} M^{0,694}$$

Fungsi Penawaran :

$$\hat{PENW} = -146874 + 0,441 HGN + 6,36 HGW + 0,96 HAB$$

- Fungsi produksi dipengaruhi oleh jumlah bahan baku (BB) yang digunakan, jumlah tenaga kerja (TK), dan jumlah mesin (M). Sedangkan fungsi penawaran dipengaruhi oleh harga genteng beton nusantara (HGN), harga genteng wuwung (HGW), dan harga abu batu (HAB).
2. Penggunaan faktor-faktor produksi ($0 < Ep < 1$, masuk dalam daerah rasional). Ternyata penggunaan bahan baku (BB), tenaga kerja (TK) dan mesin (M) efisien.
 3. Penawaran (\hat{PENW}) kurang responsif terhadap perubahan harga genteng beton nusantara (HGN), harga abu batu (HAB), tetapi responsif terhadap adanya perubahan harga

genteng beton wuwung (HGW). Hal ini bisa dilihat pada nilai elastisitasnya masing-masing untuk HGN sebesar 0,741, HAB sebesar 0,187 dan HGW sebesar 1,488.

5.2 S a r a n

Dalam menentukan kebijaksanaan selanjutnya, beberapa saran berikut dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan :

1. Penggunaan bahan baku, jumlah tenaga kerja dan mesin agar tetap dijaga keseimbangannya karena masih dalam batas toleransi secara kuantitas.
2. Penawaran harga genteng beton nusantara perlu ditingkatkan sebab harga genteng wuwung sebagai barang pelengkap sangat peka di pasaran.
3. Kualitas genteng beton jenis dapat ditingkatkan sehingga jenis genteng beton lainnya dapat dipasarkan juga.
4. Sebagai perusahaan yang relatif baru berdiri, maka diharapkan dapat memberikan fasilitas yang lebih baik dalam memenuhi kebutuhan konsumen akan genteng beton terutama genteng beton jenis nusantara.

DAFTAR PUSTAKA

- Draper, N.R., Smith, H., 1992, "*Analisis Regresi Terapan*", Edisi kedua PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta, Jakarta.
- Gujarati, D., 1991, "*Ekonometrika Dasar*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Richard, A.B., 1986, "*Teori Mikro Ekonomi*", Edisi kedua, penerjemah, Gunawan Hutauruk, MBA, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suherman, R., Drs. Ec., 1989, "*Pengantar Teori Ekonomi*", pendekatan kepada teori ekonomi mikro dan makro, Edisi ketiga Duta Jasa, Surabaya.
- Sugiyanto, C., 1994, "*Ekonometrika Terapan*", Edisi pertama BPFE, Yogyakarta.
- Supranto, J., MA., Buku dua, 1983, "*Ekonometrik*"; Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- Walley, B.H., 1986, "*Manajemen Produksi*", Edisi kedua, *Pedoman Menghadapi Tantangan Meningkatkan Produktivitas*, PT Pustaka Binawan Pressindo.

TABEL 5 STATISTIK d DURBIN-WATSON

Statistik d dari Durbin-Watson: Titik penting dari d_L dan d_U pada tingkat penting 0,05

n	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1,03	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
16	1,10	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,35	1,02	1,54	0,90	1,71	0,78	1,90	0,67	2,10
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,05
19	1,18	1,40	1,08	1,53	0,97	1,68	0,86	1,85	0,75	2,02
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,90	1,92
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,10	1,65	1,01	1,78	0,93	1,90
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,30	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,33	1,48	1,25	1,55	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,20	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
31	1,36	1,50	1,30	1,57	1,23	1,65	1,16	1,74	1,09	1,83
32	1,37	1,50	1,31	1,57	1,24	1,65	1,18	1,73	1,11	1,82
33	1,38	1,51	1,32	1,58	1,26	1,65	1,19	1,73	1,13	1,81
34	1,39	1,51	1,33	1,58	1,27	1,65	1,21	1,73	1,15	1,81
35	1,40	1,52	1,34	1,58	1,28	1,65	1,22	1,73	1,16	1,80
36	1,41	1,52	1,35	1,59	1,29	1,65	1,24	1,73	1,18	1,80
37	1,42	1,53	1,36	1,59	1,31	1,65	1,25	1,72	1,19	1,80
38	1,43	1,54	1,37	1,59	1,32	1,65	1,26	1,72	1,21	1,79
39	1,43	1,54	1,38	1,60	1,33	1,65	1,27	1,72	1,22	1,79
40	1,44	1,54	1,39	1,60	1,34	1,66	1,29	1,72	1,23	1,79
45	1,48	1,57	1,43	1,62	1,38	1,67	1,33	1,72	1,29	1,78
50	1,50	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,77
55	1,53	1,60	1,49	1,64	1,45	1,68	1,41	1,72	1,38	1,77
60	1,55	1,62	1,51	1,65	1,48	1,69	1,44	1,73	1,41	1,77
65	1,57	1,63	1,54	1,65	1,50	1,70	1,47	1,73	1,44	1,77
70	1,58	1,64	1,55	1,67	1,52	1,70	1,49	1,74	1,46	1,77
75	1,60	1,65	1,57	1,68	1,54	1,71	1,51	1,74	1,49	1,77
80	1,61	1,66	1,59	1,69	1,56	1,72	1,53	1,74	1,51	1,77
85	1,62	1,67	1,60	1,70	1,57	1,72	1,55	1,75	1,52	1,77
90	1,63	1,68	1,61	1,70	1,59	1,73	1,57	1,75	1,54	1,78
95	1,64	1,69	1,62	1,71	1,60	1,73	1,58	1,75	1,56	1,78
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

Catatan: n = banyaknya observasi

k' = banyaknya variabel yang menjelaskan yang tidak termasuk dalam unsur konstanta.

Sumber: J. Durbin dan G. S. Watson, "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression," *Biometrika*, vol. 38, hal. 159-177, 1951. Dicitak kembali dengan izin pengarang dan trustee *Biometrika*.

TABEL 6 KOEFISIEN KORELASI

Sample size n	significance level α		
	.01	.05	.10
10	.880	.918	.935
15	.911	.938	.951
20	.929	.950	.960
25	.941	.958	.966
30	.949	.964	.971
40	.960	.972	.977
50	.966	.976	.981
60	.971	.980	.984
75	.976	.984	.987
100	.981	.986	.989
150	.987	.991	.992
200	.990	.993	.994

LAMPIRAN 1

DATA ASLI FUNGSI PRODUKSI GENTENG BETON NUSANTARA
BULANAN (JANUARI 1993 - OKTOBER 1994)

ROW	prody	bb	tk	m
1	74970	308956	29	11
2	106430	416141	35	12
3	83285	325644	32	12
4	86810	339427	29	11
5	70597	305967	28	10
6	110080	465783	30	13
7	134767	503876	32	13
8	99930	381117	31	12
9	74654	291897	29	11
10	63720	249145	28	10
11	61420	240972	26	10
12	92085	360052	29	12
13	125630	491213	30	13
14	134299	525109	35	13
15	124015	484898	41	12
16	102580	445674	33	11
17	146650	513469	39	13
18	142039	524374	40	13
19	141198	536573	43	13
20	131767	515209	39	12
21	110120	472347	35	12
22	88333	378199	29	11

MEMERIKSA HUBUNGAN KEERATAN

MTB > corr c1-c4

	prody	bb	tk
bb	0.976		
tk	0.822	0.795	
m	0.888	0.861	0.624

LAMPIRAN 2

MEMILIH MODEL TERBAIK

MTB > breg c1-c4

Best Subsets Regression of prody

Vars	R-sq	Adj. R-sq	C-p	s	b	t	b	k	m
1	95.2	94.9	11.0	6143.1	X				
1	78.8	77.7	109.1	12860					X
2	96.0	95.6	7.7	5703.3	X				X
2	95.8	95.3	9.4	5896.9	X	X			
3	97.0	96.5	4.0	5102.1	X	X	X		

PERSAMAAN REGRESI OLS (ORDINARY LEAST SQUARE)

MTB > regr c1 3 c2-c4 c5 c6;

SUBC> tres c7;

SUBC> vif;

SUBC> dw.

MEMERIKSA MULTIKOLINIERITAS

The regression equation is

prody = - 68941 + 0.183 bb + 919 tk + 5766 m

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p	VIF
Constant	-68941	19785	-3.48	0.003	
bb	0.18280	0.02954	6.19	0.000	6.7
tk	919.4	383.7	2.40	0.028	2.8
m	5766	2122	2.72	0.014	4.0

s = 5102 R-sq = 97.0% R-sq(adj) = 96.5%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	15137648640	5045882880	193.84	0.000
Error	18	468563136	26031286		
Total	21	15606211584			

SOURCE	DF	SEQ SS
bb	1	14851467264
tk	1	94041088
m	1	192140128

Unusual Observations

Obs.	bb	prody	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
17	513469	146650	135736	1907	10914	2.31R

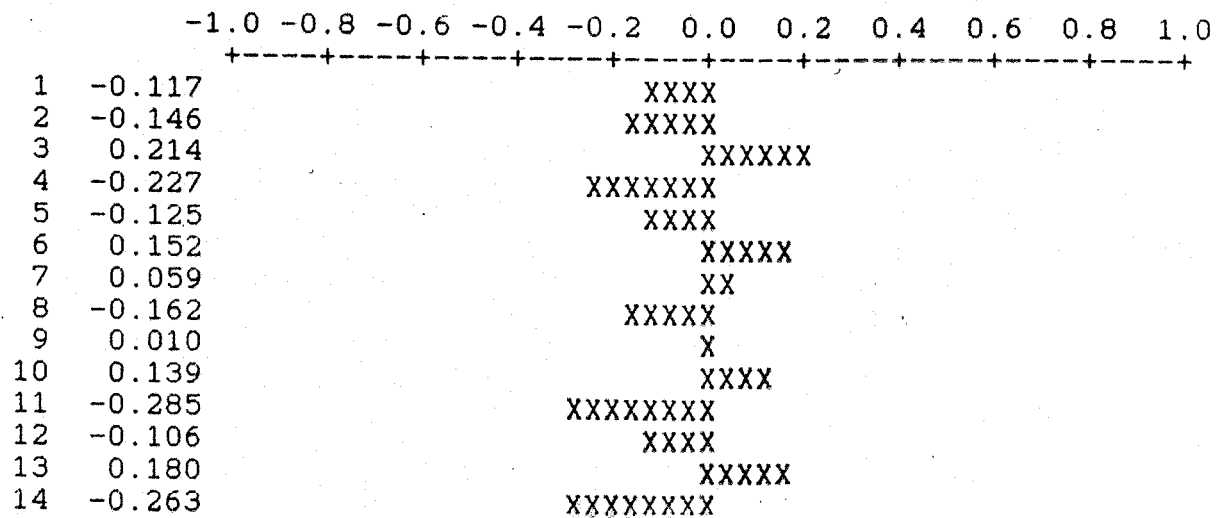
LAMPIRAN 4

MEMERIKSA AUTOKORELASI

Durbin-Watson statistic = 2.17

MTB > acf c7

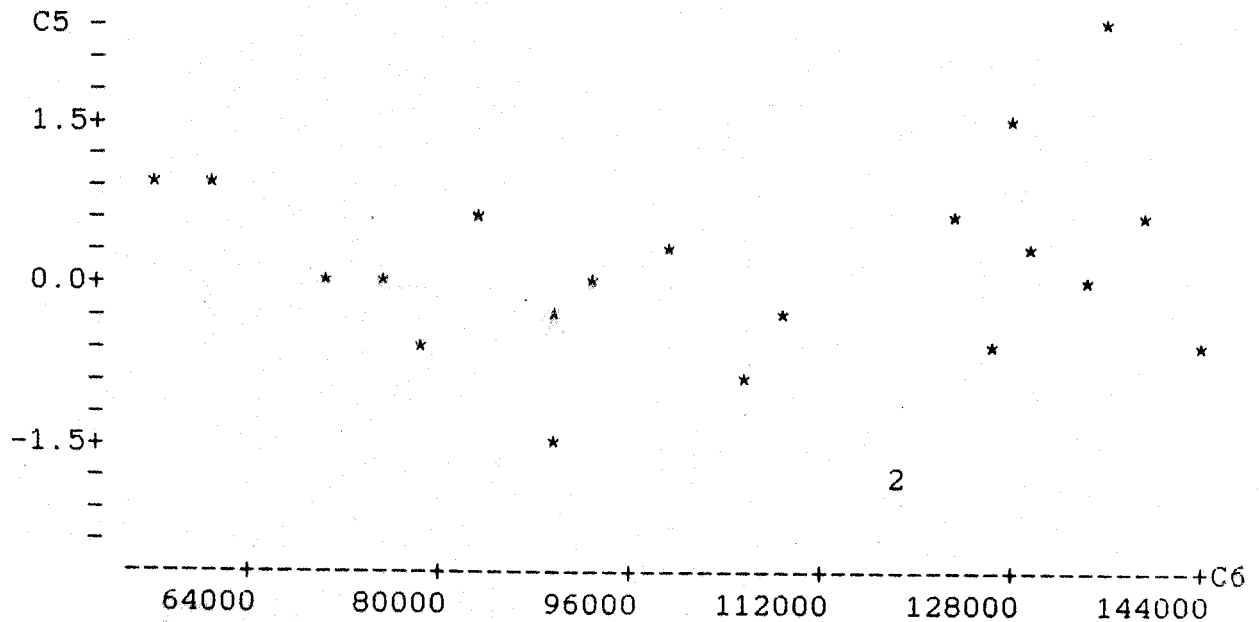
ACF of C7



LAMPIRAN 5

MEMERIKSA HETEROSKEDASTISITAS

MTB > plot c5 c6



MTB > abs c7 c8

MTB > regr c8 3 c2-c4

The regression equation is

$$C8 = -2.07 - 0.000000 \text{ bb} - 0.0105 \text{ tk} + 0.290 \text{ m}$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	-2.068	2.858	-0.72	0.479
bb	-0.00000049	0.00000427	-0.11	0.910
tk	-0.01050	0.05542	-0.19	0.852
m	0.2896	0.3066	0.94	0.357

s = 0.7370 R-sq = 11.0% R-sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1.2033	0.4011	0.74	0.543
Error	18	9.7771	0.5432		
Total	21	10.9804			

SOURCE	DF	SEQ SS
bb	1	0.6393
tk	1	0.0793
m	1	0.4847

Unusual Observations

Obs.	bb	C8	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
17	513469	2.670	1.037	0.275	1.633	2.39R

LAMPIRAN 6

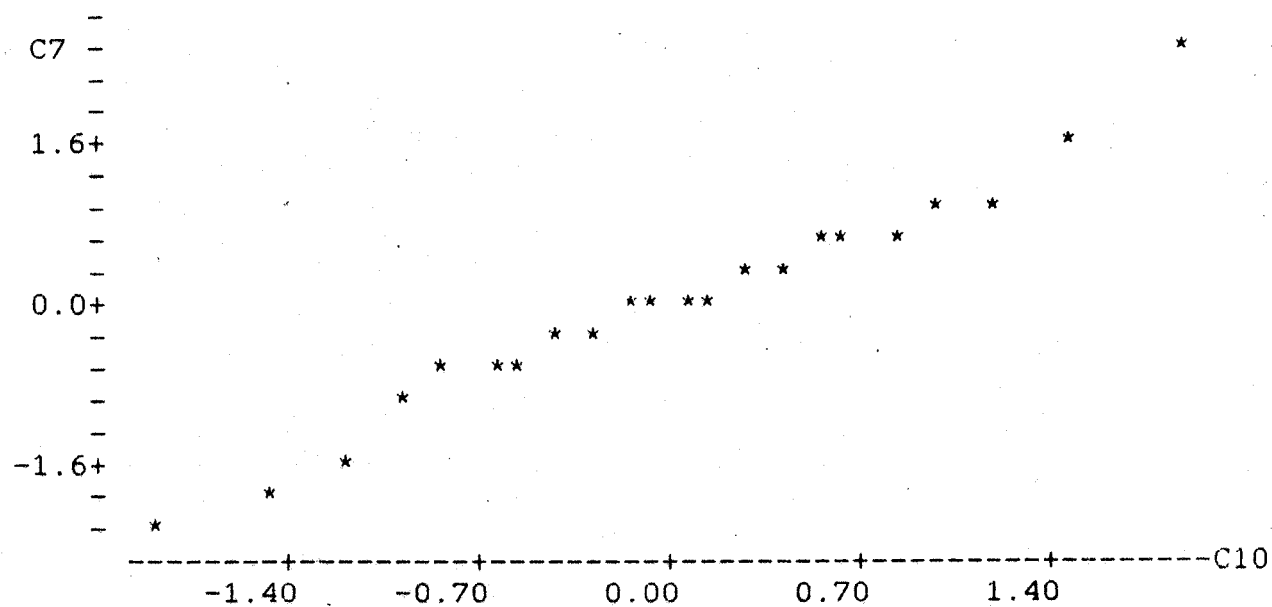
MEMERIKSA KENORMALAN RESIDUAL

MTB > nscor c7 c10

MTB > corr c7 c10

Correlation of C7 and C10 = 0.983

MTB > plot c7 c10



DATA FUNGSI PRODUKSI DALAM LN

No	C10	C11	C12	C13
1	11.2248	12.6410	3.36730	2.39790
2	11.5752	12.9388	3.55535	2.48491
3	11.3300	12.6936	3.46574	2.48491
4	11.3715	12.7350	3.36730	2.39790
5	11.1647	12.6312	3.33220	2.30259
6	11.6090	13.0515	3.40120	2.56495
7	11.8113	13.1301	3.46574	2.56495
8	11.5122	12.8509	3.43399	2.48491
9	11.2206	12.5842	3.36730	2.39790
10	11.0623	12.4258	3.33220	2.30259
11	11.0255	12.3924	3.25810	2.30259
12	11.4305	12.7940	3.36730	2.48491
13	11.7411	13.1046	3.40120	2.56495
14	11.8078	13.1714	3.55535	2.56495
15	11.7282	13.0917	3.71357	2.48491
16	11.5384	13.0073	3.49651	2.39790
17	11.8958	13.1489	3.66356	2.56495
18	11.8639	13.1700	3.68888	2.56495
19	11.8579	13.1930	3.76120	2.56495
20	11.7888	13.1523	3.66356	2.48491
21	11.6093	13.0655	3.55535	2.48491
22	11.3889	12.8432	3.36730	2.39790

KETERANGAN : C10 = Ln Jumlah genteng beton nusantara
 C11 = Ln Jumlah bahan baku
 C12 = Ln Jumlah tenaga kerja
 C13 = Ln Jumlah mesin

MEMERIKSA HUBUNGAN LINEAR

MTB > corr c10-c13

	C10	C11	C12
C11	0.981		
C12	0.825	0.796	
C13	0.902	0.866	0.650

LAMPIRAN 8

MEMILIH MODEL COBB-DOUGLAS

MTB > breg c10-c13

Best Subsets Regression of C10

Vars	R-sq	Adj. R-sq	C-p	s	C	C	C
					1	1	1
1	96.2	96.0	17.2	0.054659	X		
1	81.3	80.4	154.6	0.12100			X
2	97.3	97.0	9.2	0.047402	X		X
2	96.7	96.4	14.2	0.051913	X	X	
3	98.0	97.7	4.0	0.041194	X	X	X

LAMPIRAN 9

PERSAMAAN REGRESI COBB-DOUGLAS

```
MTB > regr c10 3 c11-c13 c14 c15;
SUBC> tres c16;
SUBC> vif;
SUBC> dw.
```

MEMERIKSA MULTIKOLINIERITAS

The regression equation is

$$C10 = -0.331 + 0.711 C11 + 0.279 C12 + 0.694 C13$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p	VIF
Constant	-0.3314	0.6145	-0.54	0.596	
C11	0.71112	0.08937	7.96	0.000	6.4
C12	0.2788	0.1042	2.68	0.015	2.8
C13	0.6944	0.1990	3.49	0.003	4.1

s = 0.04119 R-sq = 98.0% R-sq(adj) = 97.7%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	1.53437	0.51146	301.39	0.000
Error	18	0.03055	0.00170		
Total	21	1.56492			

SOURCE	DF	SEQ SS
C11	1	1.50517
C12	1	0.00855
C13	1	0.02066

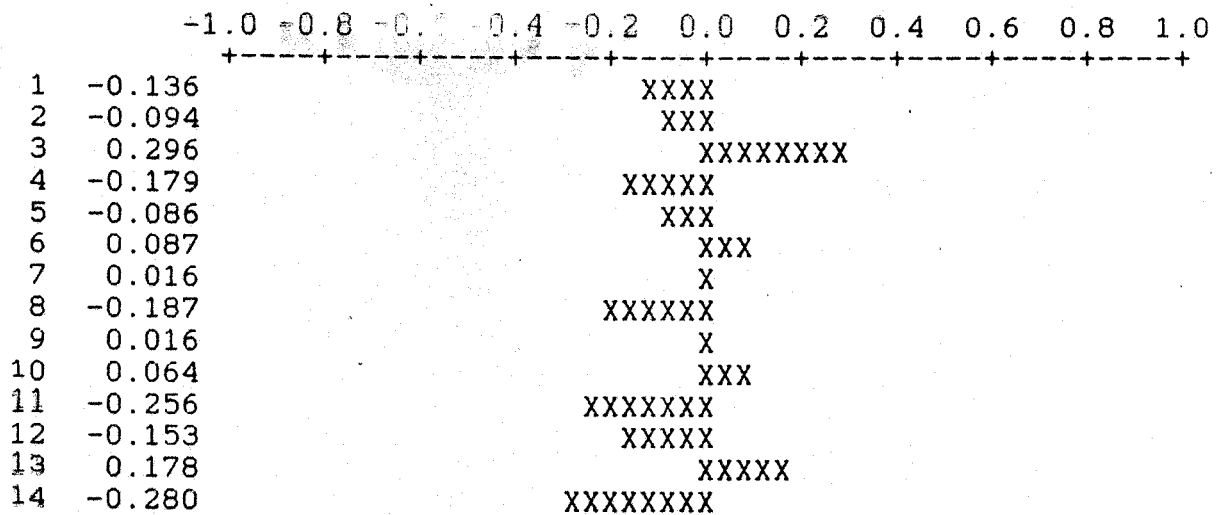
LAMPIRAN 10

MEMERIKSA AUTOKORELASI

Durbin-Watson statistic = 2.19

MTB > acf c16

ACF of C16



MEMERIKSA HETEROSKEDASTISITAS

MTB > abs c16 c17

MTB > regr c17 3 c11-c13

The regression equation is

$$C17 = 1.2 - 0.55 C11 - 0.79 C12 + 3.82 C13$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	1.21	10.18	0.12	0.907
C11	-0.547	1.480	-0.37	0.716
C12	-0.788	1.726	-0.46	0.654
C13	3.819	3.297	1.16	0.262

s = 0.6824

R-sq = 9.8%

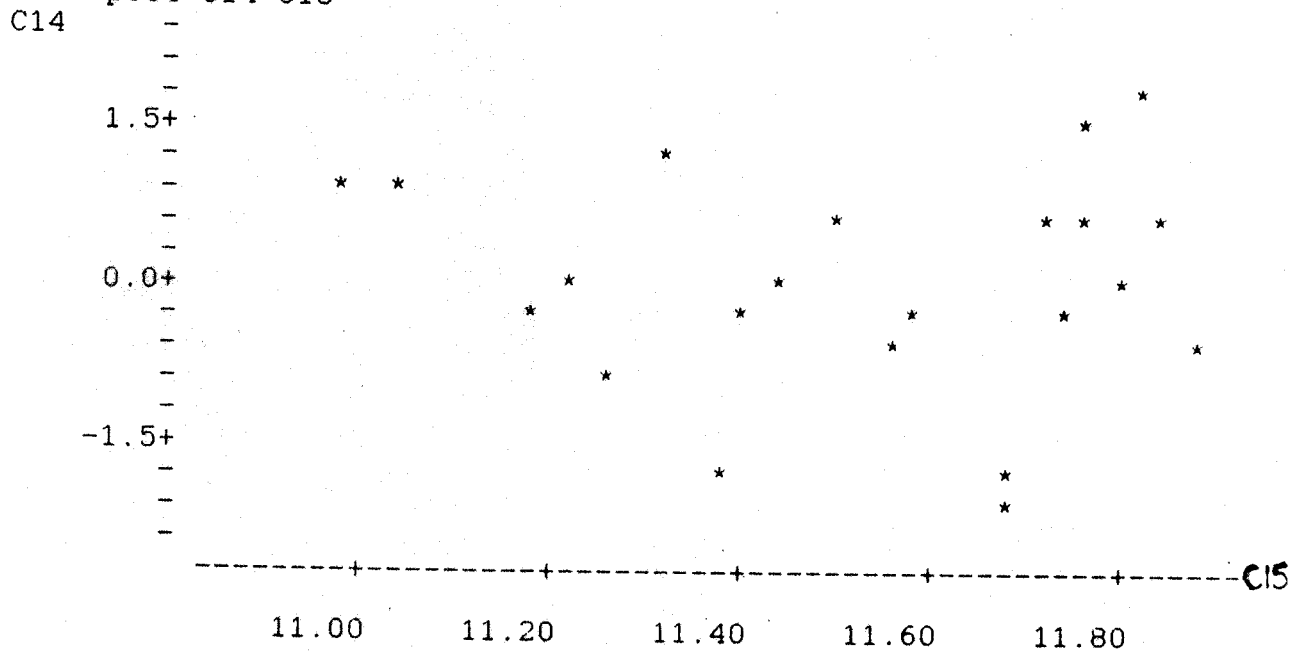
R-sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	0.9080	0.3027	0.65	0.593
Error	18	8.3819	0.4657		
Total	21	9.2899			

SOURCE	DF	SEQ SS
C11	1	0.1094
C12	1	0.1737
C13	1	0.6249

MTB > plot c14 c15



LAMPIRAN 12

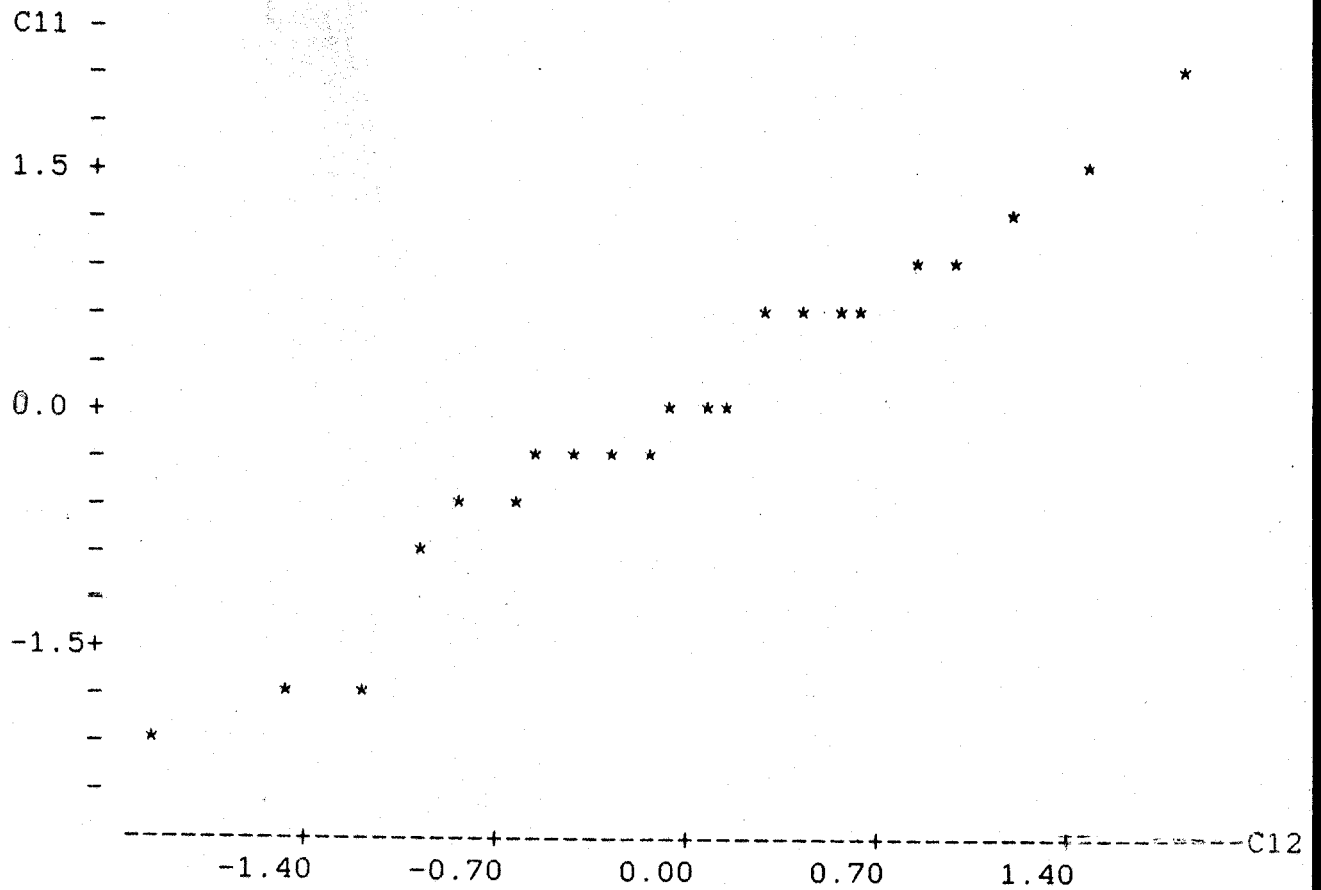
MEMERIKSA KENORMALAN RESIDUAL

MTB > nscore c11 c12

MTB > corr c11 c12

Correlation of c11 and c12 = 0.989

MTB > plot c11 c12



**DATA FUNGSI PENAWARAN GENTENG BETON NUSANTARA
BULANAN (JANUARI 1993 - OKTOBER 1994)**

	PENW	HGN	HGW	HAB	HS
1	77597	149068	22360.2	17500.0	4333.18
2	98433	161612	24241.8	19852.0	4772.82
3	89140	156859	23234.7	25000.0	4798.97
4	83365	169906	23674.3	11000.0	4835.64
5	77736	157985	22136.7	17500.0	4851.27
6	100885	171226	25674.7	20700.0	4778.12
7	134580	184597	28356.8	12000.0	4835.64
8	111232	174568	26543.7	19852.9	4694.36
9	65665	143587	21365.3	19840.0	4804.23
10	66532	134762	20987.9	19041.7	4694.36
11	63000	145632	19873.8	19269.2	4772.82
12	88410	163673	21345.6	21615.4	4694.36
13	125385	204567	25648.6	23340.9	4772.82
14	131787	203678	26547.5	22615.4	4804.23
15	121845	204359	25468.2	21000.0	4694.36
16	108125	173245	23461.1	23321.4	4694.36
17	142878	199777	27684.5	23555.6	4766.94
18	142233	189873	28481.0	22772.7	4628.23
19	136220	200864	26578.3	21790.0	4785.09
20	114647	202378	24627.7	21937.5	4864.43
21	112976	167894	24333.8	20500.0	4998.39
22	88921	173713	21132.9	20879.6	4870.05

MEMERIKSA HUBUNGAN KEERATAN

MTB> Corr c1-c4

	HGN	HGW	HAB
HGN	0,892		
HGW	0,925	0,765	
HAB	0,290	0,291	0,085

MEMILIH MODEL TERBAIK

MTB > breg c1-c5

Best Subsets Regression of C1

Vars	R-sq	Adj. R-sq	C-p	S	C	C	C	C
					2	3	4	5
1	85.5	84.8	33.3	10016	X			
1	79.6	78.6	54.3	11895	X			
2	93.7	93.1	6.2	6757.1	X	X		
2	90.0	89.0	19.3	8527.1		X	X	
3	95.2	94.3	3.2	6109.8	X	X	X	
3	93.7	92.7	8.2	6939.9	X	X		X
4	95.2	94.1	5.0	6255.0	X	X	X	X

PERSAMAAN REGRESI OLS

```
MTB > regr c1 3 c2-c4 c6 c7;
SUBC> tres c8;
SUBC> vif;
SUBC> dw.
```

MEMERIKSA MULTIKOLINIERITAS

The regression equation is

$$C1 = -146874 + 0.441 C2 + 6.36 C3 + 0.960 C4$$

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p	VIF
Constant	-146874	14608	-10.05	0.000	
C2	0.4408	0.1011	4.36	0.000	2.8
C3	6.3623	0.8395	7.58	0.000	2.5
C4	0.9596	0.4192	2.29	0.034	1.2

s = 6110

R-sq = 95.2%

R-sq(adj) = 94.3%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	13182930944	4394310144	117.72	0.000
Error	18	671934208	37329680		
Total	21	13854865408			

SOURCE	DF	SEQ SS
C2	1	11025211392
C3	1	1962138112
C4	1	195581072

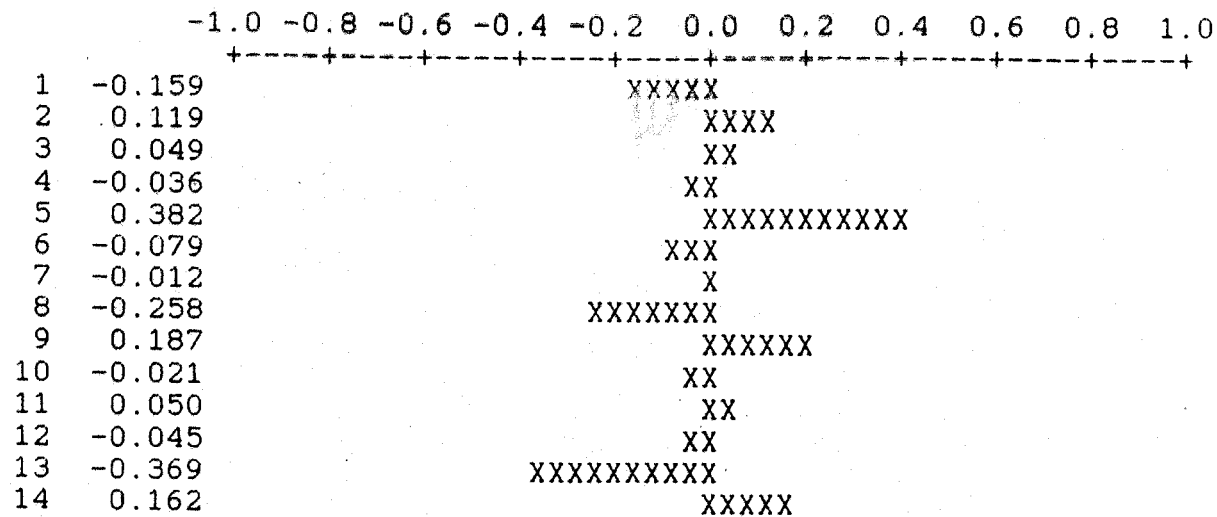
LAMPIRAN 16

MEMERIKSA AUTOKORELASI

Durbin-Watson statistic = 2.18

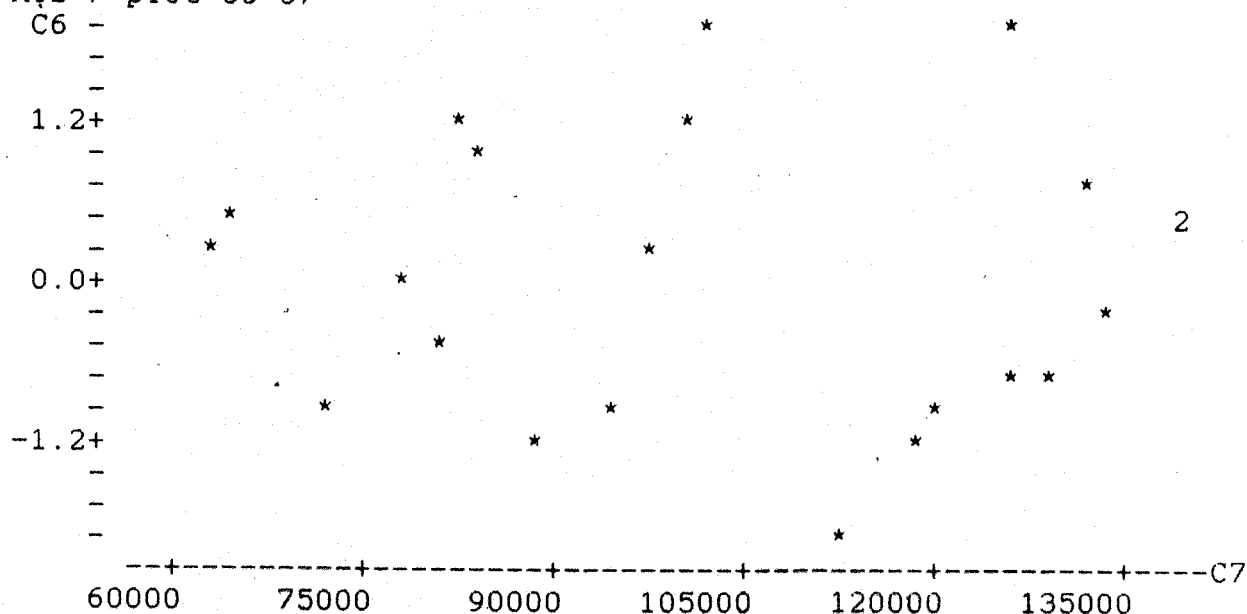
MTB > acf c8

ACF of C8



MEMERIKSA HETEROSKEDASTISITAS

MTB > plot c6 c7



MTB > abs c8 c9

MTB > regr c9 3 c2-c4

The regression equation is

C9 = 0.30 -0.000003 C2 +0.000083 C3 -0.000042 C4

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	0.305	1.457	0.21	0.837
C2	-0.00000339	0.00001008	-0.34	0.741
C3	0.00008283	0.00008372	0.99	0.336
C4	-0.00004189	0.00004181	-1.00	0.330

s = 0.6093

R-sq = 12.9%

R-sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

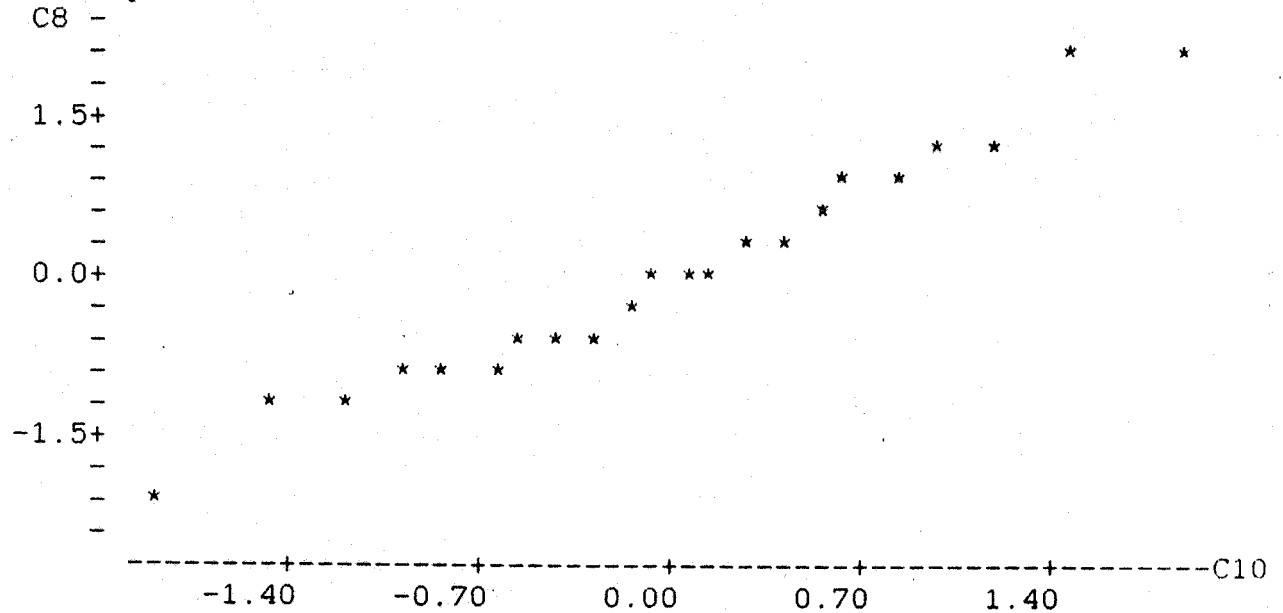
SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	3	0.9904	0.3301	0.89	0.466
Error	18	6.6831	0.3713		
Total	21	7.6735			

SOURCE	DF	SEQ SS
C2	1	0.0417
C3	1	0.5760
C4	1	0.3727

MEMERIKSA KENORMALAN RESIDUAL

MTB > nscor c8 c10
 MTB > corr c8 c10
 Correlation of C8 and C10 = 0.991

MTB > plot c8 c10



ELASTISITAS FUNGSI PRODUKSI

Fungsi Produksi :

$$PROD = 0,718205 BB^{0,711} TK^{0,279} M^{0,694}$$

$$\text{Elastisitas Bahan Baku (BB)} = Ep (BB) = 0,711$$

$$\text{Elastisitas Tenaga Kerja (TK)} = Ep (TK) = 0,279$$

$$\text{Elastisitas Mesin (M)} = Ep (M) = 0,694$$

ELASTISITAS FUNGSI PENAWARAN

Fungsi Penawaran :

$$\text{PENW} = -146874 + 0,441 \text{ HGN} + 6,36 \text{ HGW} + 0,96 \text{ HAB}$$

Dari masing-masing variabel diketahui :

$$\begin{array}{ll} \frac{\text{PENW}}{\text{HGN}} = 103709 & \frac{\text{HGW}}{\text{HAB}} = 24261,8 \\ \frac{\text{HGN}}{\text{HAB}} = 174265 & \frac{\text{HAB}}{\text{HAB}} = 20222 \end{array}$$

Elastisitas harga genteng beton nusantara :

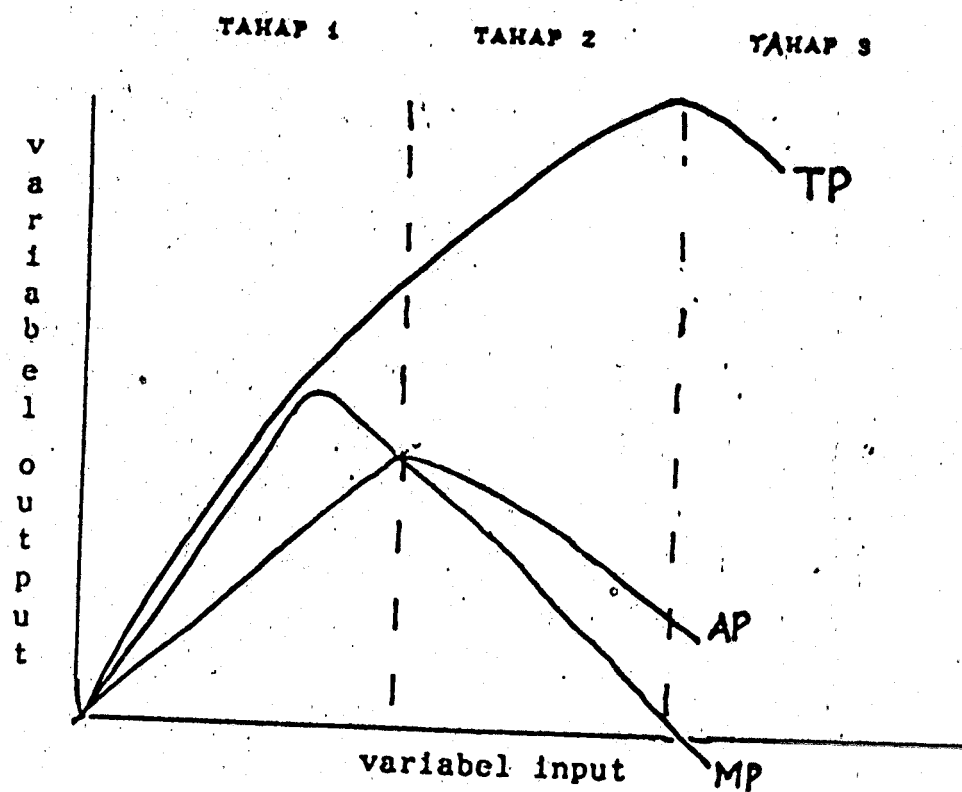
$$\begin{aligned} \text{Ep (HGN)} &= \frac{\partial(\text{PENW})}{\partial(\text{HGN})} \times \frac{\text{HGN}}{\text{PENW}} \\ &= 0,441 \times \frac{174265}{103709} \\ &= 0,741 \end{aligned}$$

Elastisitas harga genteng beton wuwung :

$$\begin{aligned} \text{Ep (HGW)} &= \frac{\partial(\text{PENW})}{\partial(\text{HGW})} \times \frac{\text{HGW}}{\text{PENW}} \\ &= 6,36 \times \frac{24261,8}{103709} \\ &= 1,488 \end{aligned}$$

Elastisitas harga abu batu :

$$\begin{aligned} \text{Ep (HAB)} &= \frac{\partial(\text{PENW})}{\partial(\text{HAB})} \times \frac{\text{HAB}}{\text{PENW}} \\ &= 0,96 \times \frac{20222}{103709} \\ &= 0,187 \end{aligned}$$

TAHAP PRODUKSI

TAHAP 1 terletak di $E_p > 1$ (daerah irrasional)

TAHAP 2 terletak di $0 < E_p < 1$ (daerah rasional)

TAHAP 3 terletak di $E_p < 0$ (daerah irrasional)

Keterangan :

TP = Total Product

AP = Average Product

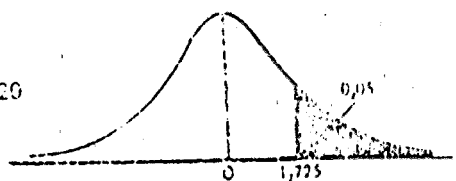
MP = Marginal Product

Contoh:

$$Pr(t > 2,086) = 0,025$$

$$Pr(t > 1,725) = 0,05 \quad \text{untuk } df = 20$$

$$Pr(|t| > 1,725) = 0,10$$



Pr	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
df	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,010	0,002
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	318,31
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,327
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,214
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,599	4,785
8	0,705	1,397	1,860	2,306	2,896	3,555	4,501
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,526	4,297
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,509	4,144
11	0,697	1,363	1,793	2,201	2,718	3,496	4,025
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,485	3,930
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,472	3,852
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	3,467	3,787
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	3,467	3,733
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	3,461	3,686
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	3,458	3,646
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	3,456	3,610
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	3,451	3,579
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	3,445	3,552
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	3,441	3,527
22	0,685	1,321	1,717	2,074	2,508	3,439	3,505
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	3,437	3,485
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	3,437	3,467
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	3,437	3,450
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	3,437	3,435
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	3,437	3,421
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	3,437	3,408
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	3,436	3,396
30	0,683	1,310	1,697	2,041	2,457	3,436	3,385
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	3,424	3,307
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	3,410	3,232
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	3,397	3,160
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	3,376	3,090

Catatan: Probabilitas yang lebih kecil yang ditunjukkan pada judul (head) tiap kolom adalah luas daerah dalam satu ujung; probabilitas yang lebih besar adalah luas daerah dalam kedua ujung.

Sumber: Dari E. S. Pearson dan H. O. Hartley, editor, *Biometrika Tables for Statisticians*, volume 1, edisi ke-3, tabel 12, Cambridge University Press, New York, 1966. Direproduksi dengan seizin editor dan trustees Biometrika.